Ph. sp. 427 dr/2

<36611996170019
<36611996170019
Bayer. Staatsbibliothek

Immanuel Kant's

kleinere Schriften

zur Naturphilosophie

Herausgegeben und erläutert

von

J. H. von Kirchmann.

Zweite Abtheilung.

Berlin, 1873.

L. Heimann's Verlag

(Erich Koschny).

Phil. 3229[4]

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

III.

Gedanken

von der

wahren Schätzung der lebendigen Kräfte

und

Beurtheilung der Beweise,

deren sich

Herr von Leibnitz und andere Mechaniker

in dieser Streitsache

bedienet haben,

nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen,

welche

die Kraft der Körper

überhaupt betreffen.

1747.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Dem hochedelgebornen, hochgelahrten und hocherfahrenen Herrn,

Herrn Johann Christoph Bohlius,

der Medicin Doctor und zweitem ordentlichen Professor auf der Akademie zu Königsberg, wie auch königlichem Leibmedico,

meinem insonders hochzuehrenden Gönner.

Hochedelgeborner Herr,
Hochgelahrter und hocherfahrner Herr Doctor,
Insonders hochzuehrender Gönner!

An wen kann ich mich besser wenden, als an Ew. Hochedelgeboren, um von einer so schlechten Sache, als gegenwärtige Schrift ist, allen Vortheil zu ziehen? Nach dem besonderen Merkmale der Gütigkeit, welches Dieselben mir erzeiget haben, wage ich es zu hoffen, dass diese Freiheit von Ew. Hochedelgeboren auch als ein Beweisthum meiner Dankbarkeit werde aufgenommen werden. Die Beschaffenheit dieses Werkchens hat nichts an sich, worauf ich in Ansehung dessen einige Zuversicht bauen könnte; denn die Ehre, seine Abhandlung mit Dero Namen auszuzieren, ist es nicht, woraus man Ew. Hochedelgeboren ein Geschenk machen könnte. Eine Menge unvollkommener Gedanken, die vielleicht an sich unrichtig sind, oder doch durch die Niedrigkeit ihres Verfassers allen Werth verlieren, die mich endlich hinlänglich überzeugen, dass sie nicht würdig sind, Denenselben gewidmet zu werden: das ist Alles, was ich in meiner Macht habe, um es Ew. Hochedelgeboren zu überreichen. Ich mache mir diesem ungeahtet, vermittelst des vollkommenen Begriffes, den ich von Dero Gütigkeit gefasset habe, die Hoffnung,

dass selbige mir den Dienst leisten werden, den ich am meisten hochschätze, nämlich Ew. Hochedelgeboren meine Erkenntlichkeit gegen Dieselben zu erkennen zu geben. Ich werde hinfüro mehr wie eine Gelegenheit haben, mich an die Verbindlichkeit zu erinnern, womit ich Ihnen verpflichtet bin; allein die gegenwärtige wird mit eine von den besten sein, womit ich öffentlich bekenne, dass ich mit immerwährender Hochachtung verharre,

Hochedelgeborner Herr,
Hochgelahrter und hocherfahrner Herr Doctor,
Insonders hochzuehrender Gönner,

Ew. Hochedelgeboren

verpflichtetester Diener

Königsberg,
den 22. April 1747.

Immanuel Kant. [38])

Vorrede.

Nihil magis praestandum est, quam ne pecorum ritu sequamur antecedentium gregem, pergentes, non qua eundum est, sed qua itur.
*Seneca de vita beata. Cap. I.**)

I.

Ich glaube, ich habe Ursache, von dem Urtheile der Welt, dem ich diese Blätter überliefere, eine so gute Meinung zu fassen, dass diejenige Freiheit, die ich mir herausnehme, grossen Männern zu widersprechen, mir für kein Verbrechen werde ausgelegt werden. Es war eine Zeit, da man bei einem solchen Unterfangen viel zu befürchten hatte; allein ich bilde mir ein, diese Zeit sei nunmehro vorbei, und der menschliche Verstand habe sich schon der Fesseln glücklich entschlagen, die ihm Unwissenheit und Bewunderung ehemals angelegt hatten. Nunmehro kann man es kühnlich wagen, das Ansehen der Newtons und Leibnitze für nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegensetzen sollte, und keinen anderen Ueberredungen, als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen.

II.

Wenn ich es unternehme, die Gedanken eines Herrn von Leibnitz, Wolf, Herrmann, Bernoulli, Bülfinger und Anderer zu verwerfen und den meinigen den Vorzug einzuräumen, so wollte ich auch nicht gern schlechtere Richter, als dieselben haben; denn ich weiss, ihr Urtheil, wenn es meine Meinungen verwürfe, würde die Absicht derselben doch nicht verdammen. Man

*) „Nichts ist nöthiger zu befolgen, als dem Haufen der Vorausgehenden nicht wie das Vieh blind nachzufolgen, vielmehr sich dahin zu wenden, wohin man gehen soll, nicht wohin gegangen wird.“ (A. d. H.)

kann diesen Männern kein vortrefflicher Lob geben, als dass man alle Meinungen, ohne ihre eigenen davon auszunehmen, vor ihnen ungescheut tadeln dürfe. Eine Mässigung von dieser Art war, obzwar bei einer anderen Gelegenheit, einem grossen Mann des Alterthums sehr ruhmwürdig. Timoleon wurde, ohngeachtet der Verdienste, die er um die Freiheit von Syrakus hatte, einstmals vor Gericht gefordert. Die Richter entrüsteten sich über die Vermessenheit seiner Ankläger. Allein Timoleon betrachtete diesen Zufall ganz anders. Ein solches Unternehmen sollte einem Manne nicht missfallen, der sein ganzes Vergnügen darin setzte, sein Vaterland in der vollkommensten Freiheit zu sehen. Er beschützte Diejenigen, die sich ihrer Freiheit sogar wider ihn selber bedienten. Das ganze Alterthum hat dieses Verfahren mit Lobsprüchen begleitet.

Nach so grossen Bemühungen, die sich die grössesten Männer um die Freiheit des menschlichen Verstandes gegeben haben, sollte man da wohl Ursache haben zu befürchten, dass ihnen der Erfolg derselben missfallen werde?

III.

Ich werde mich dieser Mässigung und Billigkeit zu meinem Vortheil bedienen. Allein ich werde sie nur da antreffen, wo sich das Merkmal des Verdienstes und einer vorzüglichen Wissenschaft hervorthut. Es ist ausser diesem noch ein grosser Haufe übrig, über den das Vorurtheil und das Ansehen grosser Leute annoch eine grausame Herrschaft führet. Diese Herren, die gerne für Schiedsrichter in der Gelehrsamkeit angesehen sein wollen, scheinen sehr geschickt zu sein, von einem Buche zu urtheilen, ohne es gelesen zu haben. Um es dem Tadel preiszugeben, darf man ihnen nur den Titel desselben zeigen. Wenn der Verfasser unbekannt, ohne Charakter und Verdienste ist, so ist das Buch nicht werth, dass die Zeit damit verdorben werde; noch mehr aber, wenn er sich grosser Dinge unternimmt, berühmte Männer zu tadeln, Wissenschaften zu verbessern und seine eigenen Gedanken

der Welt anzupreisen. Wenn es vor dem Richterstuhle der Wissenschaften auf die Anzahl ankäme, so würde ich eine sehr verzweifelte Sache haben. Allein diese Gefahr macht mich nicht unruhig. Denn es ist die Menge Derjenigen, die, wie man sagt, nur unten am Parnass wohnen, die kein Eigenthum besitzen und keine Stimme in der Wahl haben.

IV.

Das Vorurtheil ist recht für den Menschen gemacht, es thut der Bequemlichkeit und der Eigenliebe Vorschub, zweien Eigenschaften, die man nicht ohne die Menschheit ablegt. Derjenige, der von Vorurtheilen eingenommen ist, erhebt gewisse Männer, die es umsonst sein würde zu verkleinern und zu sich herunter zu lassen, über alle Andere zu einer unersteiglichen Höhe. Dieser Vorzug bedecket alles Uebrige mit dem Scheine einer vollkommenen Gleichheit, und lässt ihn den Unterschied nicht gewahr werden, der unter diesen annoch herrschet, und der ihn sonst der verdriesslichen Beobachtung aussetzen würde, zu sehen, wie vielfach man noch von Denjenigen übertroffen werde, die noch innerhalb der Mittelmässigkeit befindlich sind.

So lange also die Eitelkeit der menschlichen Gemüther noch mächtig sein wird, so lange wird sich das Vorurtheil auch erhalten, d. i. es wird niemals aufhören.

V.

Ich werde in dem Verfolg dieser Abhandlung kein Bedenken tragen, den Satz eines noch so berühmten Mannes freimüthig zu verwerfen, wenn er sich meinem Verstande als falsch darstellt. Diese Freiheit wird mir sehr verhasste Folgen zuziehen. Die Welt ist sehr geneigt zu glauben, dass Derjenige, der in einem oder dem anderen Falle eine richtigere Kenntniss zu haben glaubt, als etwa ein grosser Gelehrter, sich auch in seiner Einbildung gar über ihn setze. Ich unterstehe mich zu sagen, dass dieser Schein sehr betrüglich sei und dass er hier wirklich betrüge.

Es befindet sich in der Vollkommenheit des mensch-

lichen Verstandes keine solche Proportion und Aehnlichkeit, als etwa in dem Baue des menschlichen Körpers. Bei diesem ist es zwar möglich, aus der Grösse eines und des anderen Gliedes einen Schluss auf die Grösse des Ganzen zu machen; allein bei der Fähigkeit des Verstandes ist es ganz anders. Die Wissenschaft ist ein unregelmässiger Körper, ohne Ebenmaass und Gleichförmigkeit. Ein Gelehrter von Zwerggrösse übertrifft öfters an diesem oder jenem Theile der Erkenntniss einen anderen, der mit dem ganzen Umfange seiner Wissenschaften weit über ihn hervorraget. Die Eitelkeit des Menschen erstreckt sich allem Ansehen nach nicht so weit, dass sie diesen Unterschied nicht sollte gewahr werden, und die Einsicht einer und der anderen Wahrheit mit dem weiten Inbegriffe einer vorzüglichen Erkenntniss für einerlei halten sollte; zum wenigsten weiss ich, dass man mir Unrecht thun würde, wenn man mir diesen Vorwurf machte.

VI.

Die Welt ist so ungereimt nicht, zu denken, ein Gelehrter von Range sei der Gefahr zu irren gar nicht mehr unterworfen. Allein dass ein niedriger und unbekannter Schriftsteller diese Irrthümer vermieden habe, aus denen einen grossen Mann alle seine Scharfsinnigkeit nicht hat retten können, das ist die Schwierigkeit, die so leicht nicht zu verdauen ist. Es steckt viel Vermessenheit in diesen Worten: die Wahrheit, um die sich die grössesten Meister der menschlichen Erkenntniss vergeblich beworben haben, hat sich meinem Verstande zuerst dargestellt. Ich wage es nicht, diesen Gedanken zu rechtfertigen, allein ich wollte ihm auch nicht gern absagen.

VII.

Ich stehe in der Einbildung, es sei zuweilen nicht unnütz, ein gewisses edles Vertrauen in seine eigenen Kräfte zu setzen. Eine Zuversicht von der Art belebt alle unsere Bemühungen und ertheilet ihnen einen gewissen Schwung, welcher der Untersuchung der Wahrheit sehr beförderlich ist. Wenn man in der Verfassung

steht, sich überreden zu können, dass man seiner Betrachtung noch etwas zutrauen dürfe, und dass es möglich sei, einen Herrn von Leibnitz auf Fehlern zu ertappen, so wendet man Alles an, seine Vermuthung wahr zu machen. Nachdem man sich nun tausendmal bei einem Unterfangen verirrt hat, so wird der Gewinnst, der hiedurch der Erkenntniss der Wahrheiten zugewachsen ist, dennoch viel erheblicher sein, als wenn man nur die Heeresstrasse gehalten hätte.

Hierauf gründe ich mich. Ich habe mir die Bahn schon vorgezeichnet, die ich halten will. Ich werde meinen Lauf antreten, und nichts soll mich hindern, ihn fortzusetzen.

VIII.

Es ist noch ein neuer Einwurf, den man mir machen wird, und dem ich, wie es scheint, zuvorkommen muss. Man wird mich zuweilen in dem Tone eines Menschen hören, der von der Richtigkeit seiner Sätze sehr wohl versichert ist, und der nicht befürchtet, dass ihm werde widersprochen werden, oder seine Schlüsse betrügen können. Ich bin so eitel nicht, mir dieses in der That einzubilden, ich habe auch nicht Ursache, meinen Sätzen den Schein eines Irrthums so sorgfältig zu benehmen; denn nach so vielen Fehltritten, denen der menschliche Verstand zu allen Zeiten unterworfen gewesen, ist es keine Schande mehr, geirrt zu haben. Es steckt eine ganz andere Absicht unter meinem Verfahren. Der Leser dieser Blätter ist ohne Zweifel schon durch die Lehrsätze, die jetzo von den lebendigen Kräften im Schwange gehen, vorbereitet, ehe er sich zu meiner Abhandlung wendet. Er weiss es, was man gedacht hat, ehe Leibnitz seine Kräfteschätzung der Welt ankündigte, und der Gedanke dieses Mannes muss ihm auch schon bekannt sein. Er hat sich ohnfehlbar durch die Schlüsse einer von beiden Parteien gewinnen lassen, und allem Ansehen nach ist dieses die Leibnitz'sche Partei, denn ganz Deutschland hat sich jetzo zu derselben bekannt. In dieser Verfassung liest er diese Blätter. Die Vertheidigungen der lebendigen Kräfte haben unter der Gestalt geo-

metrischer Beweise seine ganze Seele eingenommen. Er sieht meine Gedanken also nur als Zweifel an, und wenn ich sehr glücklich bin, noch etwa als scheinbare Zweifel, deren Auflösung er der Zeit überlässt, und die der Wahrheit dennoch nicht hinderlich fallen können. Hingegen muss ich meine ganze Kunst anwenden, um die Aufmerksamkeit des Lesers etwas länger bei mir aufzuhalten. Ich muss mich ihm in dem ganzen Lichte der Ueberzeugung darstellen, das meine Beweise mir gewähren, um ihn auf die Gründe aufmerksam zu machen, die mir diese Zuversicht einflössen.

Wenn ich meine Gedanken nur unter dem Namen der Zweifel vortrüge, so würde die Welt, die ohnedem geneigt ist, sie für nichts Besseres anzusehen, sehr leicht über dieselbigen hinweg sein; denn eine Meinung, die man einmal glaubt erwiesen zu haben, wird sich noch sehr lange im Beifall erhalten, wenngleich die Zweifel, durch die sie angefochten wird, noch so scheinbar sind und nicht leichtlich können aufgelöset werden.

Ein Schriftsteller zieht gemeiniglich seinen Leser unvermerkt mit in diejenige Verfassung, in der er sich bei Verfertigung seiner Schrift selber befunden hatte. Ich wollte ihm also, wenn es möglich wäre, lieber den Zustand der Ueberzeugung, als des Zweifels mittheilen; denn jener würde mir, und vielleicht auch der Wahrheit vortheilhafter sein, als dieser. Dieses sind die kleinen Kunstgriffe, die ich jetzo nicht verachten muss, um das Gleichgewicht der Wage nur einigermassen herzustellen, in der das Ansehen grosser Männer einen so gewaltigen Ausschlag giebt.

IX.

Die letzte Schwierigkeit, die ich noch wegräumen will, ist diejenige, die man mir wegen der Unhöflichkeit machen wird. Es scheinet, dass ich den Männern, die ich mich unterfangen habe zu widerlegen, mit mehr Ehrerbietigkeit hätte begegnen können, als ich wirklich gethan habe. Ich hätte mein Urtheil, das ich über Sätze fälle, in einem viel gelinderen Tone aussprechen

sollen. Ich hätte sie nicht Irrthümer, Falschheiten oder auch Verblendungen nennen sollen. Die Härte dieser Ausdrücke scheinet den grossen Namen verkleinerlich zu sein, gegen die sie gerichtet sind. Zu der Zeit der Unterscheidungen, welche auch die Zeit der Rauhigkeit der Sitten war, würde man geantwortet haben, dass man die Sätze von allen persönlichen Vorzügen ihrer Urheber abgesondert beurtheilen müsse. Die Höflichkeit dieses Jahrhunderts aber legt mir ein ganz ander Gesetz auf. Ich würde nicht zu entschuldigen sein, wenn die Art meines Ausdrucks die Hochachtung, die das Verdienst grosser Männer von mir fordert, beleidigte. Allein ich bin versichert, dass dieses nicht sei. Wenn wir neben den grössesten Entdeckungen offenbare Irrthümer antreffen, so ist dieses nicht sowohl ein Fehler des Menschen, als vielmehr der Menschheit; und man würde dieser in der Person der Gelehrten gar zu viel Ehre anthun, wenn man sie von denselben gänzlich ausnehmen wollte. Ein grosser Mann, der sich ein Gebäude von Sätzen errichtet, kann seine Aufmerksamkeit nicht auf alle mögliche Seiten gleich stark kehren. Er ist in einer gewissen Betrachtung insbesondere verwickelt, und es ist kein Wunder, wenn ihm alsdenn von irgend einer anderen Seite Fehler entwischen, die er ohnfehlbar vermieden haben würde, wenn er ausserhalb dieser Beschäftigung nur seine Aufmerksamkeit auf dieselben gerichtet hätte.

Ich will die Wahrheit nur ohne Umschweife gestehen. Ich werde nicht ungeneigt sein, diejenigen Sätze für wirkliche Irrthümer und Falschheiten zu halten, welche in meiner Betrachtung unter dieser Gestalt erscheinen; und warum sollte ich mir den Zwang anthun, diesen Gedanken in meiner Schrift so ängstlich zu verbergen, um dasjenige zu scheinen, was ich nicht denke, was aber die Welt gern hätte, dass ich es dächte?

Und überhaupt zu reden, würde ich mit der Ceremonie auch schlecht zurecht kommen, allen meinen Urtheilen, die ich über grosse Männer ausspreche, einen gewissen Schwung der Artigkeit zu ertheilen, die Ausdrücke geschickt zu mildern und überall das

Merkmal der Ehrerbietigkeit sehen zu lassen; diese Bemühung würde mich wegen der Wahl der Wörter öfters in eine verdriessliche Enge bringen, und mich der Nothwendigkeit unterwerfen, über den Fusssteig der philosophischen Betrachtung von allen auszuschweifen. Ich will mich also der Gelegenheit dieses Vorberichts bedienen, eine öffentliche Erklärung der Ehrerbietigkeit und Hochachtung zu thun, die ich gegen die grossen Meister unserer Erkenntniss, welche ich jetzo die Ehre haben werde meine Gegner zu heissen, jederzeit hegen werde, und der die Freiheit meiner Urtheile nicht den geringsten Abbruch thun kann.

X.

Nach den verschiedenen Vorurtheilen, die ich mich jetzo bemühet habe, wegzuräumen, bleibt dennoch endlich noch ein gewisses rechtmässiges Vorurtheil übrig, dem ich dasjenige, was in meiner Schrift etwa noch Ueberzeugendes anzutreffen wäre, insbesondere zu verdanken habe. Wenn viele grosse Männer von bewährter Scharfsinnigkeit und Urtheilskraft theils durch verschiedene, theils durch einerlei Wege zur Behauptung ebendesselben Satzes geleitet werden, so ist eine weit wahrscheinlichere Vermuthung, dass ihre Beweise richtig sind, als dass der Verstand irgend eines schlechten Schriftstellers die Schärfe in denselben genauer sollte beobachtet haben. Es hat dieser daher grosse Ursache, den Vorwurf seiner Betrachtung sich besonders klar und eben zu machen, denselben so zu zergliedern und auseinander zu setzen, dass, wenn er vielleicht einen Fehlschluss beginge, derselbe ihm doch alsbald in die Augen leuchten müsste; denn es wird vorausgesetzt, dass, wenn die Betrachtung gleich verwickelt ist, Derjenige eher die Wahrheit entdecken werde, der dem Anderen an Scharfsinnigkeit vorgehet. Er muss seine Untersuchung also so viel möglich einfach und leicht machen, damit er nach dem Maasse seiner Urtheilskraft in seiner Betrachtung ebensoviel Licht und Richtigkeit vermuthen könne, als der Andere nach dem

Maasse der seinigen in einer viel verwickelteren Untersuchung.

Diese Beobachtung habe ich mir in der Ausführung meines Vorhabens ein Gesetz sein lassen, wie man bald wahrnehmen wird.

XI.

Wir wollen, ehe wir diesen Vorbericht endigen, uns den jetzigen Zustand der Streitsache von den lebendigen Kräften annoch kürzlich bekannt machen.

Der Herr von Leibnitz hat allem Ansehen nach die lebendigen Kräfte in den Fällen nicht zuerst erblickt, darin er sie zuerst der Welt darstellte. Der Anfang einer Meinung ist gemeiniglich viel einfacher, besonders einer Meinung, die etwas so Kühnes und Wunderbares mit sich führt, als die von der Schätzung nach dem Quadrat. Man hat gewisse Erfahrungen, die sehr gemein sind und dadurch wir wahrnehmen, dass eine wirkliche Bewegung, z. E. ein Schlag oder Stoss, immer mehr Gewalt mit sich führe, als ein todter Druck, wenn er gleich stark ist. Diese Beobachtung war vielleicht der Same eines Gedankens, der unter den Händen des Herrn von Leibnitz nicht unfruchtbar bleiben konnte, und der nach der Hand zu der Grösse eines der berühmtesten Lehrgebäude erwuchs.

XII.

Ueberhaupt zu reden, scheinet die Sache der lebendigen Kräfte so zu sagen recht dazu gemacht zu sein, dass der Verstand einmal, es hätte auch zu einer Zeit sein mögen, welche es wollte, durch dieselbe musste verführet werden. Die überwältigten Hindernisse der Schwere, die verrückten Materien, die zugedrückten Federn, die bewegten Massen, die in zusammengesetzter Bewegung entspringenden Geschwindigkeiten, Alles stimmt auf eine wunderbare Art zusammen, den Schein der Schätzung nach dem Quadrat zuwege zu bringen. Es giebt eine Zeit, darin die Vielheit der Beweise dasjenige gilt, was zu einer anderen ihre Schärfe und

Deutlichkeit ausrichten würde. Diese Zeit ist jetzo unter den Vertheidigern der lebendigen Kräfte vorhanden. Wenn sie bei einem oder dem anderen von ihren Beweisen etwa wenig Ueberzeugung fühlen, so befestiget der Schein der Wahrheit, der sich dagegen von desto mehr Seiten hervorthut, ihren Beifall und lässt ihn nicht wankend werden.

XIII.

Es ist schwerer zu sagen, auf welcher Seite sich bis daher in der Streitsache der lebendigen Kräfte die Vermuthung des Sieges am meisten gezeigt habe. Die zwei Herren Bernoulli, Herr von Leibnitz und Herrmann, die an der Spitze der Philosophen ihrer Nation standen, konnten durch das Ansehen der übrigen Gelehrten von Europa nicht überwogen werden. Diese Männer, die alle Waffen der Geometrie in ihrer Macht hatten, waren allein vermögend, eine Meinung empor zu halten, die sich vielleicht nicht hätte zeigen dürfen, wenn sie sich in den Händen eines minder berühmten Vertheidigers befunden hätte.

Sowohl die Partei des Cartesius, als die des Herrn von Leibnitz haben für ihre Meinung alle die Ueberzeugung empfunden, der man in der menschlichen Erkenntniss gemeiniglich nur fähig ist. Man hat von beiden Theilen über nichts, als das Vorurtheil der Gegner geseufzet, und jedwede Partei hat geglaubt, ihre Meinung würde unmöglich können in Zweifel gezogen werden, wenn die Gegner derselben sich nur die Mühe nehmen wollten, sie in einem rechten Gleichgewichte der Gemüthsneigungen anzusehen.

Indessen zeigt sich doch ein gewisser merkwürdiger Unterschied unter der Art, womit sich die Partei der lebendigen Kräfte zu erhalten sucht, uud unter derjenigen, womit die Schätzung des Cartesius sich vertheidigt. Diese beruft sich nur auf einfache Fälle, in denen die Entscheidung der Wahrheit und des Irrthums leicht und gewiss ist, jene im Gegentheil macht ihre Beweise so verwickelt und dunkel, als möglich, und rettet sich so zu sagen durch Hülfe der Nacht aus einem Gefechte, worin sie vielleicht bei einem

rechten Lichte der Deutlichkeit allemal den Kürzeren ziehen würde.

Die Leibnitzianer haben auch noch fast alle Erfahrungen auf ihrer Seite; dies ist vielleicht das Einzige, was sie vor den Cartesianern voraus haben. Die Herren Poleni, s'Gravesande und Van Musschenbroeck haben ihnen diesen Dienst geleistet, davon die Folgen vortrefflich sein würden, wenn man sich derselben richtiger bedient hätte.

Ich werde in diesem Vorberichte keine Erzählung von demjenigen machen, was ich in gegenwärtiger Abhandlung in der Sache der lebendigen Kräfte zu leisten gedenke. Dieses Buch hat keine andere Hoffnung gelesen zu werden, als diejenige, die es auf seine Kürze baut; es wird also dem Leser leicht sein, sich seinen Inbegriff selber bekannt zu machen.

Wenn ich meiner eigenen Einbildung etwas zutrauen dürfte, so würde ich sagen, meine Meinungen könnten einige nicht unbequeme Handleistungen thun, eine der grössten Spaltungen, die jetzo unter den Geometern von Europa herrscht, beizulegen. Allein diese Ueberredung ist eitel; das Urtheil eines Menschen gilt nirgends weniger als in seiner eigenen Sache. Ich bin für die meinige so sehr nicht eingenommen, dass ich ihr zum Besten einem Vorurtheil der Eigenliebe Gehör geben wollte. Indessen mag es hiemit beschaffen sein, wie es wolle, so unterstehe ich es mir doch mit Zuversicht vorauszusagen: dieser Streit werde entweder in kurzem abgethan werden, oder er werde niemals aufhören. [39])

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Erstes Hauptstück.

Von der Kraft der Körper überhaupt.

§. 1.

Jedweder Körper hat eine wesentliche Kraft.

Weil ich glaube, dass es etwas zu der Absicht beitragen kann, welche ich habe, die Lehre von den lebendigen Kräften einmal gewiss und entscheidend zu machen, wenn ich vorher einige metaphysische Begriffe von der Kraft der Körper überhaupt festgesetzt habe, so werde ich hievon den Anfang machen.

Man sagt, dass ein Körper, der in Bewegung ist, eine Kraft habe. Denn Hindernisse überwinden, Federn spannen, Massen verrücken, dieses nennt alle Welt: wirken. Wenn man nicht weiter sieht, als etwa die Sinne lehren, so hält man diese Kraft für etwas, was dem Körper ganz und gar von draussen mitgetheilt worden, und wovon er nichts hat, wenn er in Ruhe ist. Der ganze Haufe der Weltweisen vor Leibnitz war dieser Meinung, den einzigen Aristoteles ausgenommen. Man glaubt, die dunkele Entelechie dieses Mannes sei das Geheimniss für die Wirkungen der Körper. Die Schullehrer insgesammt, die alle dem Aristoteles folgten, haben dieses Räthsel nicht begriffen, und vielleicht ist es auch nicht dazu gemacht gewesen, dass es Jemand begreifen sollte. Leibnitz, dem die menschliche Vernunft so viel zu verdanken hat, lehrte zuerst, dass dem Körper eine wesentliche Kraft beiwohne, die ihm sogar noch vor der Ausdehnung zukommt. »*Est aliquid praeter extensionem, imo extensione prius:*«*) dieses sind seine Worte.

*) „Es giebt noch neben der Ausdehnung etwas, was sogar vor dieser ist.“ (A. d. H.)

§. 2.

Diese Kraft der Körper nannte Leibnitz überhaupt die wirkende Kraft.

Der Erfinder nannte diese Kraft mit dem allgemeinen Namen der wirkenden Kraft. Man hätte ihm in den Lehrgebäuden der Metaphystik nur auf dem Fusse nachfolgen sollen; allein man hat diese Kraft etwas näher zu bestimmen gesucht. Der Körper, heisst es, hat eine bewegende Kraft, denn man sieht ihn sonst nichts thun, als Bewegungen hervorbringen. Wenn er drückt, so strebt er nach der Bewegung, allein alsdann ist die Kraft in der Ausdehnung, wenn die Bewegung wirklich ist. Ich behaupte aber, dass wenn man dem Körper eine wesentliche bewegende Kraft (*vim motricem*) beilegt, damit man eine Antwort auf die Frage von der Ursache der Bewegung fertig habe, so übe man in gewisser Maasse den Kunstgriff aus, dessen sich die Schullehrer bedienten, indem sie in der Untersuchung der Gründe der Wärme oder der Kälte zu einer *vi calorifica* oder *frigifaciente**) ihre Zuflucht nahmen.

§. 3.

Man sollte billig die wesentliche Kraft vim activam nennen.

Man redet nicht richtig, wenn man die Bewegung zu einer Art Wirkung macht, und ihr desswegen eine gleichnamige Kraft beilegt. Ein Körper, dem unendlich wenig Widerstand geschieht, der mithin fast gar nicht wirket, der hat am meisten Bewegung. Die Bewegung ist nur das äusserliche Phänomenon des Zustandes des Körpers, da er zwar nicht wirket, aber doch bemühet ist zu wirken; allein wenn er seine Bewegung durch einen Gegenstand plötzlich verliert, das ist, in dem Augenblicke, darin er zur Ruhe gebracht wird, darin wirkt er. Man sollte daher die Kraft einer Substanz nicht von demjenigen benennen, was gar keine Wirkung ist, noch viel weniger aber von den Körpern, die im Ruhestande wirken, (z. B. von einer Kugel, die den Tisch, worauf sie liegt, durch ihre

*) D. h.: zu einer erwärmenden oder erkältenden Kraft. A. d. H.

Schwere drücket), sagen, dass sie eine Bemühung haben sich zu bewegen. Denn weil sie alsdenn nicht wirken würden, wenn sie sich bewegten, so müsste man sagen: indem ein Körper wirket, so hat er eine Bemühung in den Zustand zu gerathen, worin er nicht wirkt. Man wird also die Kraft eines Körpers viel eher eine *vim activam* überhaupt, als eine *vim motricem* nennen sollen.*)

§. 4.

Wie die Bewegung aus der wirkenden Kraft überhaupt kann erklärt werden.

Es ist aber nichts leichter, als den Ursprung dessen, was wir Bewegung nennen, aus den allgemeinen Begriffen der wirkenden Kraft herzuleiten. Die Substanz *A*, deren Kraft dahin bestimmt wird ausser sich zu wirken, (das ist, den inneren Zustand anderer Substanzen zu ändern), findet entweder in dem ersten Augenblicke ihrer Bemühung zugleich einen Gegenstand, der ihre ganze Kraft erduldet, oder sie findet einen solchen nicht. Wenn das Erstere allen Substanzen begegnete, so würden wir gar keine Bewegung kennen, wir würden also auch die Kraft der Körper von derselben nicht benennen. Wenn aber die Substanz *A* in dem Augenblicke ihrer Bemühung ihre ganze Kraft nicht anwenden kann, so wird sie nur einen Theil derselben anwenden. Sie kann aber mit dem übrigen Theile derselben nicht unthätig bleiben. Sie muss vielmehr mit ihrer ganzen Kraft wirken, denn sie würde sonsten aufhören eine Kraft zu heissen, wenn sie nicht ganz angewandt würde. Daher weil die Folgen dieser Ausübung in dem coexistirenden Zustande der Welt nicht anzutreffen sind, wird man sie in der zweiten Abmessung derselben, nämlich in der successiven Reihe der Dinge finden müssen. Der Körper wird daher seine Kraft nicht auf einmal, sondern nach und nach anwenden. Er kann aber in den nachfolgenden Augenblicken in eben dieselben Substanzen nicht wirken, in die er gleich anfänglich wirkte, denn diese erdulden nur den ersten Theil seiner Kraft, das Uebrige aber

*) D. h. eine thätige und nicht eine bewegende Kraft. A. d. H.

sind sie nicht fähig anzunehmen; also wirket *A* nach und nach immer in andere Substanzen. Die Substanz *C* aber, in die er im zweiten Augenblicke wirket, muss gegen *A* eine ganz andere Relation des Orts und der Lage haben, als *B*, in welches er gleich Anfangs wirkte; denn sonst wäre kein Grund, woher *A* nicht im Anfange auf einmal sowohl in die Substanz *C*, als in *B* gewirkt hätte. Ebenso haben die Substanzen, in die er in den nachfolgenden Augenblicken wirket, jedwede eine verschiedene Lage gegen den ersten Ort des Körpers *A*, das heisst, *A* verändert seinen Ort, indem er successive wirkt.

§. 5.

Was für Schwierigkeiten daraus in die Lehre von der Wirkung des Körpers in die Seele fliessen, wenn man diesem keine andere Kraft, als die vim motricem beilegt.

Weil wir nicht deutlich gewahr werden, was ein Körper thut, wenn er im Zustande der Ruhe wirket, so denken wir immer auf die Bewegung zurück, die erfolgen würde, wenn man den Widerstand wegräumte. Es wäre genug, sich derselben dazu zu bedienen, das man einen äusserlichen Charakter von demjenigen hätte, was in dem Körper vorgehet, und was wir nicht sehen können. Allein gemeiniglich wird die Bewegung als dasjenige angesehen, was die Kraft thut, wenn sie recht losbricht, und was die einzige Folge derselben ist. Weil es so leicht ist, sich von diesem kleinen Abwege auf die rechten Begriffe wieder zu finden, so sollte man nicht denken, dass ein solcher Irrthum von Folgen wäre. Allein er ist es in der That, obgleich nicht in der Mechanik und Naturlehre. Denn ebendaher wird es in der Metaphysik so schwer, sich vorzustellen, wie die Materie im Stande sei, in der Seele des Menschen auf eine in der That wirksame Art, (das ist, durch den physischen Einfluss) Vorstellungen hervorzubringen. Was thut die Materie anders, sagt man, als dass sie Bewegungen verursache? daher wird alle ihre Kraft darauf

hinauslaufen, dass sie höchstens die Seele aus ihrem Orte verrücke. Allein wie ist es möglich, dass die Kraft, die allein Bewegungen hervorbringt, Vorstellungen und Ideen erzeugen sollte? Dieses sind ja so unterschiedene Geschlechter von Sachen, dass es nicht begreiflich ist, wie eine die Quelle der anderen sein könne.

§. 6.

Die Schwierigkeit, die hieraus entspringet, wenn von der Wirkung der Seele in den Körper die Rede ist. Und wie diese durch die Benennung einer vis activae überhaupt könne gehoben werden.

Eine gleiche Schwierigkeit äussert sich, wenn die Frage ist, ob die Seele auch im Stande sei, die Materie in Bewegung zu setzen. Beide Schwierigkeiten verschwinden aber, und der physische Einfluss bekommt kein geringes Licht, wenn man die Kraft der Materie nicht auf die Rechnung der Bewegung, sondern der Wirkungen in andere Substanzen, die man nicht näher bestimmen darf, setzet. Denn die Frage: ob die Seele Bewegungen verursachen könne, das ist, ob sie eine bewegende Kraft habe, verwandelt sich in diese: ob ihre wesentliche Kraft zu einer Wirkung nach draussen könne bestimmet werden, das ist, ob sie ausser sich in andere Wesen zu wirken und Veränderungen hervorzubringen fähig sei? Diese Frage kann man auf eine ganz entscheidende Art dadurch beantworten, dass die Seele nach draussen aus diesem Grunde müsse wirken können, weil sie in einem Orte ist. Denn wenn wir den Begriff von demjenigen zergliedern, was wir den Ort nennen, so findet man, dass er die Wirkungen der Substanzen in einander andeutet. Es hat also einen gewissen scharfsinnigen Schriftsteller nichts mehr verhindert, den Triumph des physischen Einflusses über die vorherbestimmte Harmonie vollkommen zu machen, als diese kleine Verwirrung der Begriffe, aus der man sich leichtlich heraus findet, sobald man nur seine Aufmerksamkeit darauf richtet.

Wenn man die Kraft der Körper überhaupt nur eine wirkende Kraft nennet, so begreift man leicht, wie die Materie die Seele zu gewissen Vorstellungen bestimmen könne.

Ebenso leicht ist es auch, die Art vom paradoxen Satze zu begreifen: wie es nämlich möglich sei, dass die Materie, von der man doch in der Einbildung steht, dass sie nichts, als nur Bewegungen verursachen könne, der Seele gewisse Vorstellungen und Bilder eindrücke, Denn die Materie, welche in Bewegung gesetzt worden. wirket in Alles, was mit ihr dem Raum nach verbunden ist, mithin auch in die Seele; das ist, sie verändert den inneren Zustand derselben, in so weit er sich auf das Aeussere beziehet. Nun ist der ganze innerliche Zustand der Seele nichts Anderes, als die Zusammenfassung aller ihrer Vorstellungen und Begriffe, und in so weit dieser innerliche Zustand sich auf das Aeusserliche beziehet, heisst er der *status repraesentativus universi;**) daher ändert die Materie vermittelst ihrer Kraft, die sie in der Bewegung hat, den Zustand der Seele, wodurch sie sich die Welt vorstellet. Auf diese Weise begreifet man, wie sie der Seele Vorstellungen eindrücken könne.[40])

§. 7.

Es können Dinge wirklich existiren, dennoch aber nirgends in der Welt vorhanden sein.

Es ist schwer, in einer Materie, die von so weitem Umfange ist, nicht auszuschweifen; allein ich muss mich doch nur wieder zu dem wenden, was ich von der Kraft der Körper habe anmerken wollen. Weil alle Verbindung und Relation ausser einander existirender Substanzen von den gewechselten Wirkungen, die ihre Kräfte gegen einander ausüben, herrühret, so lasst uns sehen, was für Wahrheiten aus diesem Begriffe der Kraft können hergeleitet werden. Entweder ist eine Substanz mit anderen ausser ihr in einer Ver-

*) D. h.: der vorstellende Zustand des Weltalls. A. d. H.

bindung und Relation, oder sie ist es nicht. Weil ein jedwedes selbstständiges Wesen die vollständige Quelle aller seiner Bestimmungen in sich enthält, so ist nicht nothwendig zu seinem Dasein, dass es mit anderen Dingen in Verbindung stehe. Daher können Substanzen existiren, und dennoch gar keine äusserliche Relation gegen andere haben, oder in einer wirklichen Verbindung mit ihnen stehen. Weil nun ohne äusserliche Verknüpfungen, Lagen und Relationen kein Ort stattfindet, so ist es wohl möglich, dass ein Ding wirklich existire, aber doch nirgends in der ganzen Welt vorhanden sei. Dieser paradoxe Satz, ob er gleich eine Folge, und zwar eine sehr leichte Folge der bekanntesten Wahrheiten ist, ist, so viel ich weiss, noch von Niemandem angemerkt worden. Allein es fliessen noch andere Sätze aus derselben Quelle, die nicht minder wunderbar sind und den Verstand so zu sagen wider seinen Willen einnehmen.

§. 8.

Es ist im recht metaphysischen Verstande wahr, dass dass mehr, wie eine Welt existiren könne.

Weil man nicht sagen kann, dass etwa ein Theil von einem Ganzen sei, wenn es mit den übrigen Theilen in gar keiner Verbindung stehet, (denn sonst würde kein Unterschied unter einer wirklichen Vereinigung und unter einer eingebildeten zu finden sein), die Welt aber ein wirklich zusammengesetztes Wesen ist, so wird eine Substanz, die mit keinem Dinge in der ganzen Welt verbunden ist, auch zu der Welt gar nicht gehören, es sei denn etwa in Gedanken; das heisst, es wird kein Theil von derselben sein. Wenn dergleichen Wesen viel sind, die mit keinem Dinge der Welt in Verknüpfung stehen, allein gegen einander sene Relation haben, so entspringt daraus ein ganz besonderes Ganzes, sie machen eine ganz besondere Welt aus. Es ist daher nicht richtig geredet, wenn man in den Hörsälen der Weltweisheit immer lehret, es könne im metaphysischen Verstande nicht mehr, als

eine einzige Welt existiren. Es ist wirklich möglich, dass Gott viel Millionen Welten, auch in recht metaphysischer Bedeutung genommen, erschaffen habe; daher bleibt es unentschieden, ob sie auch wirklich existiren, oder nicht. Der Irrthum, den man hierin begangen, ist ohnfehlbnr daher entstanden, weil man auf die Erklärung von der Welt nicht genau Acht gehabt hat. Denn die Definition rechnet nur dasjenige zur Welt, was mit den übrigen Dingen in einer wirklichen Verbindung stehet*), das Theorem aber vergisst diese Einschränkung, und redet von allen existirenden Dingen überhaupt.[41])

§. 9.

Wenn diese Substanzen keine Kraft hätten ausser sich zu wirken, so würde keine Ausdehnung, auch kein Raum sein.

Es ist leicht zu erweisen, dass kein Raum und keine Ausdehnung sein würden, wenn die Substanzen keine Kraft hätten, ausser sich zu wirken. Denn ohne diese Kraft ist keine Verbindung, ohne diese keine Ordnung und ohne diese endlich kein Raum. Allein es ist etwas schwerer einzusehen, wie aus dem Gesetze, nach welchem diese Kraft der Substanzen ausser sich wirket, die Vielheit der Abmessungen des Raumes her folge.

Der Grund von der dreifachen Dimension des Raumes ist noch unbekannt.

Weil ich in dem Beweise, den Herr von Leibnitz irgendwo in der Theodicee von der Anzahl der Linien hernimmt, die von einem Puncte winkelrecht gegen einander können gezogen werden, einen Zirkelschluss wahrnehme, so habe ich darauf gedacht, die dreifache Dimension der Ausdehnung aus demjenigen zu erweisen, was man bei den Potenzen der Zahlen wahrnimmt. Die drei ersten Potenzen derselben sind ganz einfach und

*) *Mundus est rerum omnium contingentium simultanearum et successivarum inter se connexarum series.* (Die Welt ist die Reihe aller gleichzeitigen oder sich folgenden zufälligen, mit einander verknüpften Dinge. A. d. H.)

lassen sich auf keine anderen reduciren; allein die vierte, als das Quadratoquadrat, ist nichts, als eine Wiederholung der zweiten Potenz. So gut mir diese Eigenschaft der Zahlen schien, die dreifache Raumesabmessung daraus zu erklären, so hielt sie in der Anwendung doch nicht Stich. Denn die vierte Potenz ist in Allem demjenigen, was wir uns durch die Einbildungskraft vom Raume vorstellen können, ein Unding. Man kann in der Geometrie kein Quadrat mit sich selber, noch den Würfel mit seiner Wurzel multipliciren; daher beruhet die Nothwendigkeit der dreifachen Abmessung nicht sowohl darauf, dass, wenn man mehrere setzte, man nichts Anderes thäte, als dass die vorigen wiederholt würden, (so wie es mit den Potenzen der Zahlen beschaffen ist,) sondern vielmehr auf einer gewissen anderen Nothwendigkeit, die ich noch nicht zu erklären im Stande bin.

§. 10.

Es ist wahrscheinlich, dass die dreifache Abmessung des Raumes von dem Gesetze herrühre, nach welchem die Kräfte der Substanzen in einander wirken.

Weil Alles, was unter den Eigenschaften eines Dinges vorkömmt, von demjenigen muss hergeleitet werden können, was den vollständigen Grund von dem Dinge selber in sich enthält, so werden sich auch die Eigenschaften der Ausdehnung, mithin auch die dreifache Abmessung derselben auf die Eigenschaften der Kraft gründen, welche die Substanzen in Absicht auf die Dinge, mit denen sie verbunden sind, besitzen. Die Kraft, womit eine Substanz in der Vereinigung mit anderen wirkt, kann nicht ohne ein gewisses Gesetz gedacht werden, welches sich in der Art seiner Wirkung hervorthut. Weil die Art des Gesetzes, nach welchem die Substanzen in einander wirken, auch die Art der Vereinigung und Zusammensetzung vieler derselben bestimmen muss, so wird das Gesetz, nach welchem eine ganze Sammlung von Substanzen, (das ist, ein Raum) abgemessen wird, oder die Dimension der Ausdehnung

von den Gesetzen herrühren, nach welchen die Substanzen vermöge ihrer wesentlichen Kräfte sich zu vereinigen suchen.

Die dreifache Abmessung scheinet daher zu rühren, weil die Substanzen in der existirenden Welt so in einander wirken, dass die Stärke der Wirkung sich, wie das Quadrat der Weiten umgekehrt verhält.

Diesem zufolge halte ich dafür, dass die Substanzen in der existirenden Welt, wovon wir ein Theil sind, wesentliche Kräfte von der Art haben, dass sie in Vereinigung mit einander nach der doppelten umgekehrten Verhältniss der Weiten ihre Wirkungen von sich ausbreiten; zweitens, dass das Ganze, was daher entspringt, vermöge dieses Gesetzes die Eigenschaft der dreifachen Dimension habe; drittens, dass dieses Gesetz willkürlich sei, und dass Gott dafür ein anderes, zum Exempel der umgekehrten dreifachen Verhältniss hätte wählen können; dass endlich viertens aus einem anderen Gesetze auch eine Ausdehnung von anderen Eigenschaften und Abmessungen geflossen wäre. Eine Wissenschaft von allen diesen möglichen Raumesarten wäre ohnfehlbar die höchste Geometrie, die ein endlicher Verstand unternehmen könnte. Die Unmöglichkeit, die wir bei uns bemerken, einen Raum von mehr als drei Abmessungen uns vorzustellen, scheinet mir daher zu rühren, weil unsere Seele ebenfalls nach dem Gesetze der umgekehrten doppelten Verhältniss der Weiten die Eindrücke von draussen empfängt, und weil ihre Natur selber dazu gemacht ist, nicht allein so zu leiden, sondern auch auf diese Weise ausser sich zu wirken.[42])

§. 11.

Die Bedingung, unter der es wahrscheinlich ist, dass es viel Welten gebe.

Wenn es möglich ist, dass es Ausdehnungen von anderen Abmessungen gebe, so ist es auch sehr wahrscheinlich, dass sie Gott wirklich irgendwo angebracht

hat. Denn seine Werke haben alle die Grösse und Mannigfaltigkeit, die sie nur fassen können. Räume von dieser Art könnten nun unmöglich mit solchen in Verbindung stehen, die von ganz anderem Wesen sind; daher würden dergleichen Räume zu unserer Welt gar nicht gehören, sondern eigene Welten ausmachen müssen. In dem Vorigen habe ich gezeiget, dass mehr Welten, im metaphysischen Sinne genommen, zusammen existiren könnten, allein hier ist zugleich die Bedingung die, wie mir deucht, die einzige ist, weswegen es auch wahrscheinlich wäre, dass viele Welten wirklich existiren. Denn wenn nur die einzige Raumesart, die nur eine dreifache Abmessung leidet, möglich ist, so würden die anderen Welten, die ich ausserhalb derjenigen setze, worin wir existiren, mit der unsrigen dem Raume nach können verbunden werden; weil die Räume von einerlei Art sind. Daher würde sich's fragen, warum Gott die eine Welt von der anderen gesondert habe, da er doch durch ihre Verknüpfung seinem Werke eine grössere Vollkommenheit mitgetheilt haben würde; denn je mehr Verbindung, desto mehr Harmonie und Uebereinstimmung ist in der Welt, da hingegen Lücken und Zertrennungen die Gesetze der Ordnung und der Vollkommenheit verletzen. Es ist also nicht wahrscheinlich, dass viele Welten existiren, (ob es gleich an sich möglich ist), es sei denn, dass vielerlei Raumesarten, von denen ich jetzo geredet habe, möglich sind.

Diese Gedanken können der Entwurf zu einer Betrachtung sein, die ich mir vorbehalte. Ich kann aber nicht leugnen, dass ich sie so mittheile, wie sie mir beifallen, ohne ihnen dadurch eine längere Untersuchung ihre Gewissheit zu verschaffen. Ich bin daher bereit sie wieder zu verwerfen, sobald ein reiferes Urtheil mir die Schwäche derselben aufdecken wird.

§ 12.

Einige Metaphysiker behaupten, dass der Körper, vermöge seiner Kraft, sich nach allen Gegenden zur Bewegung bestrebe.

Die neueste Weltweisheit setzet gewisse Begriffe von der wesentlichen Kraft der Körper fest, die nicht allerdings können gebilligt werden. Man nennt dieselbe eine immerwährende Bestrebung zur Bewegung. Ausser dem Fehler, den dieser Begriff, wie ich im Anfange gezeigt habe, mit sich führet, ist noch ein anderer, von dem ich anjetzt reden will. Wenn die Kraft eine immerwährende Bemühung zum Wirken ist, so wäre es ein offenbarer Widerspruch, wenn man sagen wollte, dass diese Anstrengung der Kraft in Absicht auf die äusseren Dinge ganz und gar unbestimmt sei. Denn vermöge ihrer Definition, ist sie ja dahin bemühet, ausser sich in andere Dinge zu wirken; ja nach den angenommenen Lehrsätzen der neuesten Metaphysiker wirket sie wirklich in dieselben. Es scheinen daher diejenigen am richtigsten zu reden, die da sagen, dass sie vielmehr nach allen Gegenden gerichtet sei, als dass sie in Absicht auf die Richtung ganz und gar unbestimmt sei. Der berühmte Herr Hamberger behauptet daher, dass die substantielle Kraft der Monaden sich nach allen Gegenden zur Bewegung gleich bestrebe, und sich daher, so wie eine Wage, durch die Gleichheit der Gegendrücke in Ruhe erhalte.

§. 13.

Erster Einwurf gegen diese Meinung.

Nach diesem System entstehet die Bewegung, wenn das Gleichgewicht zweier entgegengesetzter Tendenzien gehoben ist, und der Körper bewegt sich nach der Richtung der grösseren Tendenz mit dem Uebermaasse der Kraft, das diese über die entgegengesetzte kleinere erhalten hat. Die Erklärung befriedigt die Einbildungskraft noch zwar in dem Falle, da der bewegende Körper

mit dem bewegten immer zugleich fortrücket. Denn dieser Fall ist demjenigen ähnlich, da Jemand mit der Hand eine von zweien gleichwiegenden Wageschalen unterstützet und hiedurch die Bewegung der anderen verursacht. Allein ein Körper, dem seine Bewegung durch einen Stoss mitgetheilt worden, setzet dieselbe ins Unendliche fort, ungeachtet die antreibende Gewalt aufhöret, in ihn zu wirken. Nach dem angeführten Lehrgebäude aber würde er seine Bewegung nicht fortsetzen können, sondern sobald der antreibende Körper abliesse, in ihn zu wirken, würde er auch plötzlich in Ruhe gerathen. Denn weil die nach allen Gegenden gerichteten Tendenzien der Kraft des Körpers von seiner Substanz unzertrennlich sind, so wird das Gleichgewicht dieser Neigungen sich den Augenblick wieder herstellen, sobald die äusserliche Gewalt, die sich der einen Tendenz entgegengesetzt hatte, zu wirken aufhöret.

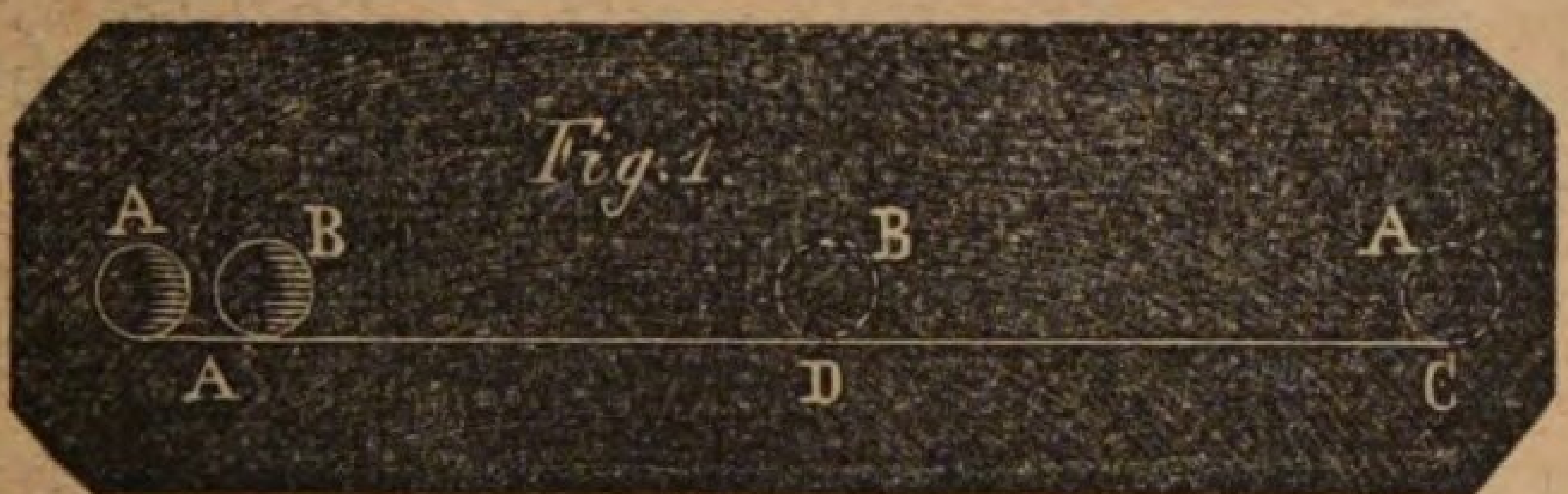
§. 14.

Zweiter Entwurf gegen dieselbe Meinung.

Es ist dieses aber nicht die einzige Schwierigkeit. Weil ein Ding durchgängig bestimmt sein muss, so wird die Bestrebung zur Bewegung, welche die Substanzen nach allen Gegenden ausüben, einen gewissen Grad der Intensität haben müssen. Denn unendlich kann sie nicht sein; allein eine endliche Bemühung zum Wirken ohne eine gewisse Grösse der Anstrengung ist unmöglich; daher weil der Grad der Intensität endlich und bestimmt ist, so setze man, dass ein Körper *A* von gleich grosser Masse gegen ihn mit einer Gewalt anlaufe, die dreimal stärker ist, als alle die Bemühung zur Bewegung, die dieser in der wesentlichen Kraft seiner Substanz hat, so wird er dem anlaufenden nur den dritten Theil seiner Geschwindigkeit durch seine *vim inertiae**) benehmen können; er wird aber auch selber keine grössere Geschwindigkeit erlangen, als die dem Drittheil von Geschwindigkeit des bewegenden Körpers gleich ist. Nach verrichtetem Stosse

*) D. h.: durch seine Trägheitskraft. A. d. H.

also wird A als der anlaufende Körper sich mit zwei Graden Geschwindigkeit, B aber nur mit einem Grade in ebenderselben Richtung fortbewegen sollen. Weil nun B dem Körper A im Wege steht und so viele Geschwindigkeit nicht annimmt, als er nöthig hat, damit er der Bewegung des Körpers A nicht hinderlich sei, weil er diesem ungeachtet diese seine Bewegung doch nicht vermögend ist aufzuhalten, so wird sich A wirklich nach der Richtung AC (Fig. 1.) mit der Gs-



schwindigkeit 2, B aber, welches dem Körper A im Wege ist, nach eben dieser Richtung mit der Geschwindigkeit 1 bewegen, beiderseits Bewegungen aber werden dennoch ungehindert vor sich gehen. Dieses ist aber unmöglich, es sei denn, dass man setzen wollte, B würde von A durchdrungen, welches aber eine metaphysische Ungereimtheit ist.*)

§. 15.

Doppelte Eintheilung der Bewegung.

Es ist Zeit, dass ich diese metaphysische Vorbereitung endige. Ich kann aber nicht umhin, noch eine Anmerkung beizufügen, die ich zum Verstande des Folgenden für unentbehrlich halte. Die Begriffe von dem todten Drucke und von dem Maasse desselben, die in der Mechanik vorkommen, setze ich bei meinen Lesern voraus, und überhaupt werde ich in diesen Blättern keine vollständige Abhandlung von allem dem,

*) Man begreifet dieses noch deutlicher, wenn man erwäget, dass der Körper A nach verrichtetem Stosse werde in C sein, wenn B den Punct D, der die Linie AC auf die Hälfte theilet, noch nicht überschritten hat; mithin werde jener diesen haben durchdringen müssen, denn sonst hätte er vor ihm keinen Vorsprung erlangen können.

was zu der Lehre der lebendigen und todten Kräfte gehöret, vortragen; sondern nur einige geringe Gedanken entwerfen, die mir neu zu sein scheinen und meiner Hauptabsicht beförderlich sind, das Leibniz'-sche Kräftenmaass zu verbessern. Daher theile ich alle Bewegungen in zwei Hauptarten ein. Die eine hat die Eigenschaft, dass sie sich in dem Körper, dem sie mitgetheilt worden, selber erhält und ins Unendliche fortdauert, wenn kein Hinderniss sich entgegensetzt. Die andere ist eine immerwährende Wirkung einer stets antreibenden Kraft, bei der nicht einmal ein Widerstand nöthig ist, sie zu vernichten, sondern die nur auf der äusserlichen Kraft beruhet, und ebensobald verschwindet, als diese aufhört sie zu erhalten. Ein Exempel von der ersten Art sind die geschossenen Kugeln und alle geworfenen Körper; von der zweiten Art ist die Bewegung einer Kugel, die von der Hand sachte fortgeschoben wird, oder sonst alle Körper, die getragen oder mit mässiger Geschwindigkeit gezogen werden.

§. 16.

Die Bewegung von der ersten Art ist vom todten Drucke nicht unterschieden.

Man begreift leicht, ohne sich in eine tiefe Betrachtung der Metaphysik einzulassen, dass die Kraft, die sich in der Bewegung von der ersten Art äussert, in Vergleichung der Kraft von dem zweiten Geschlechte, etwas Unendliches hat. Denn diese vernichtet sich zum Theile selber und höret von selber plötzlich auf, sobald man ihr die antreibende Kraft entziehet; man kann sie daher ansehen, als wenn sie jeden Augenblick verschwände, aber auch eben so oft wieder erzeuget werde. Da hingegen jene eine innerliche Quelle einer an sich unvergänglichen Kraft ist, die in einer fortdauernden Zeit ihre Wirkung verrichtet. Sie verhält sich also zu jener, wie ein Augenblick zur Zeit oder wie der Punct zur Linie. Es ist daher eine Bewegung von dieser Art von dem todten Drucke nicht

unterschieden, wie Herr Baron Wolf in seiner Kosmologie schon angemerket hat.

§. 17.

Die Bewegung von der zweiten Art setzet eine Kraft voraus, die sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhält.

Weil ich von der Bewegung eigentlich reden will, die sich in einem leeren Raume in Ewigkeit von selber erhält, so will ich mit Wenigem die Natur derselben nach den Begriffen der Metaphysik ansehen. Wenn ein Körper in freier Bewegung in einem unendlich subtilen Raume läuft, so kann seine Kraft nach der Summe aller der Wirkungen, die er in Ewigkeit thut, abgemessen werden. Denn wenn dieser Aggregat seiner ganzen Kraft nicht gleich wäre, so würde man, um eine Summe zu finden, die der ganzen Intensität der Kraft gleich sei, eine längere Zeit nehmen müssen. als die unendliche Zeit ist, welches ungereimt ist. Man vergleiche nun zween Körper, *A* und *B*, von denen *A* eine Geschwindigkeit wie 2, *B* aber eine solche wie 1 hat, so drucket *A*, von dem Anfange seiner Bewegung an in Ewigkeit, die unendlich kleinen Massen des Raums, den er durchläuft, mit doppelt mehr Geschwindigkeit, wie *B*, allein er legt auch in dieser unendlichen Zeit einen zweimal grösseren Raum zurück, als *B*; also ist die ganze Grösse der Wirkung, welche *A* verrichtet, dem Product aus der Kraft, womit er den kleinen Theilen des Raumes begegnet, in die Menge dieser Theile proportionirt, und ebenso ist es mit der Kraft von *B* beschaffen. Nun sind beider ihre Wirkungen in die kleinen Moleculas des Raumes ihren Geschwindigkeiten proportionirt, und die Menge dieser Theile sind ebenfalls wie die Geschwindigkeiten, folglich ist die Grösse der ganzen Wirkung eines Körpers zu der ganzen Wirkung des anderen, wie das Quadrat

hrer Geschwindigke iten, und also sind ihre Kräfte auch in dieser Verhältniss.*)

§. 18.

Zweiter Grund hievon.

Zum besseren Begriffe dieser Eigenschaft der lebendigen Kräfte kann man aui dasjenige zurück denken, was im 16ten §. gesagt worden. Die todten Drucke können nichts mehr, als die einfache Geschwindigkeit zum Maasse haben; denn weil ihre Kraft auf den Körpern, die sie ausüben, selber nicht beruhet, sondern durch eine äussere Gewalt verrichtet wird, so hat der Widerstand, der dieselbe überwältiget, nicht in Absicht auf die Stärke, mit der sich diese Kraft in dem Körper zu erhalten sucht, eine gewisse besondere Bemühung nöthig, (denn die Kraft ist in der wirkenden Suhstanz auf keinerlei Weise eingewurzelt und bemühet, sich in derselben zu erhalten,) sondern sie hat nur die einzige Geschwindigkeit zu vernichten nöthig, die der Körper gebraucht, den Ort zu verändern. Allein mit der lehendigen Kraft ist es ganz anders. Weil der Zustand, in welchem die Substanz sich befindet, indem sie in freier Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit fortläuft, sich auf den innerlichen Bestimmungen vollkommen gründet, so ist dieselbe Substanz zugleich dahin bemühet, sich in diesem Zustande zu erhalten. Der äusserliche Widerstand also muss zugleich neben der Kraft, die er brauchet, der Geschwindigkeit dieses Körpers die Wage zu halten, noch eine besondere Gewalt haben die Bestrebung zu brechen, mit der die innerliche Kraft des Körpers angestrengt ist, in sich

*) Weil ich in dieser Schrift eigentlich der Meinung des Herrn von Leibnitz gewisse Einwürfe entgegen setzen will, so scheint es, dass ich mir selber widerspreche, da ich in diesem §. einen Beweis zur Bestätigung seiner Meinung darbiete. Allein in dem letzten Kapitel werde ich zeigen, dass des Herrn von Leibnitz Meiuung, wenn sie nur auf gewisse Weise eingeschränkt wird, wirklich statthabe.

diesen Zustand der Bewegung zu erhalten, und die ganze Stärke des Widerstandes, der die Körper, die in freier Bewegung sich befinden, in Ruhe versetzen soll, muss also in zusammengesetzter Verhältniss sein, aus der Proportion der Geschwindigkeit und der Kraft, womit der Körper bemühet ist, diesen Zustand der Bemühung in sich zu erhalten; d. i. weil beide Verhältnisse einander gleich sind, so ist die Kraft, die der Widerstand bedarf, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der anlaufenden Körper.

§. 19.

Ich darf mir nicht versprechen, etwas Entscheidendes und Unwidersprechliches in einer Betrachtung zu erlangen, die blos metaphysisch ist, daher wende ich mich zu dem folgenden Kapitel, welches durch die Anwendung der Mathematik vielleicht mehr Ansprüche auf die Ueberzeugung wird machen können. Unsere Metaphysik ist, wie viele andere Wissenschaften, in der That nur an der Schwelle einer recht gründlichen Erkenntniss; Gott weiss, wenn man sie selbige wird überschreiten sehen. Es ist nicht schwer, ihre Schwäche in Manchem zu sehen, was sie unternimmt. Man findet sehr oft das Vorurtheil als die grösste Stärke ihrer Beweise. Nichts ist mehr hieran Schuld, als die herrschende Neigung Derer, die die menschliche Erkenntniss zu erweitern suchen. Sie wollten gerne eine grosse Weltweisheit haben, allein es wäre zu wünschen, dass es auch eine gründliche sein möchte. Es ist einem Philosophen fast die einzige Vergeltung für seine Bemühung, wenn er nach einer mühsamen Untersuchung sich endlich in dem Besitze einer recht gründlichen Wissenschaft beruhigen kann. Daher ist es sehr viel, von ihm zu verlangen, dass er nur selten seinem eigenen Beifall traue, dass er in seinen eigenen Entdeckungen die Unvollkommenheiten nicht verschweige, die er zu verbessern nicht im Stande ist, und dass er niemals so eitel sei, dem Vergnügen, das die Einbildung von einer gründlichen Wissenschaft macht, den wahren Nutzen der Erkennt-

niss hintan zu setzen. Der Verstand ist zum Beifalle sehr geneigt, und es ist freilich sehr schwer, ihn lange zurückzuhalten; allein man sollte sich doch endlich diesen Zwang anthun, um einer gegründeten Erkenntniss Alles aufzuopfern, was eine weitläuftige Reizendes an sich hat.[43])

Zweites Hauptstück.

Untersuchung der Lehrsätze der Leibnitz'schen Partei von den lebendigen Kräften.

§. 20.

Ich finde in der Abhandlung, die Herr Bülfinger der Petersburgischen Akademie überreicht hat, eine Betrachtung, der ich mich jederzeit als einer Regel in der Untersuchung der Wahrheiten bedient habe. Wenn Männer von gutem Verstande, bei denen entweder auf keinem oder auf beiden Theilen die Vermuthung fremder Absichten zu finden ist, ganz wider einander laufende Meinungen behaupten, so ist es der Logik der Wahrscheinlichkeiten gemäss, seine Aufmerksamkeit am meisten auf einen gewissen Mittelsatz zu richten, der beiden Parteien in gewisser Maasse Recht lässt.

§. 21.

Ich weiss nicht, ob ich sonst in dieser Art zu denken bin glücklich gewesen, allein in der Streitsache von den lebendigen Kräften hoffe ich es zu sein. Niemals hat sich die Welt in gewisse Meinungen gleicher getheilet, als in denen, die das Kräftemaass der bewegten Körper betreffen. Die Parteien sind allem Ansehen nach gleich stark und gleich billig. Es können sich freilich fremde Absichten mit einmischen, allein von welcher Partei sollte man sagen können, dass sie hievon ganz frei wäre? Ich wähle also den sichersten

Weg, indem ich eine Meinung ergreife, wobei beide grosse Parteien ihre Rechnung finden.

§. 22.

Leibnitz's und Cartesius' Schätzung der Kräfte.

Die Welt hatte vor Leibnitz dem einzigen Satze des Cartes gehuldigt, der überhaupt den Körpern, auch denen, die sich in wirklicher Bewegung befinden, zum Maasse ihrer Kraft nur die blossen Geschwindigkeiten ertheilte. Niemand liess es sich beifallen, dass es möglich wäre in dasselbe einen Zweifel zu setzen; allein Leibnitz brachte die menschliche Vernunft durch die Verkündigung eines neuen Gesetzes plötzlich in Empörung, welches nach der Zeit eines von denen geworden ist, die den Gelehrten den grössten Wettstreit des Verstandes dargeboten haben. Cartes hatte die Kräfte der bewegten Körper nach den Geschwindigkeiten schlechthin geschätzet, allein der Herr von Leibnitz setzte zu ihrem Maasse das Quadrat ihrer Geschwindigkeit. Diese seine Regel trug er nicht, wie man denken sollte, nur unter gewissen Bedingungen vor, die der vorigen annoch einigen Platz verstatten; nein, sondern er leugnete Cartesius' Gesetz absolut und ohne Einschränkung, und setzte das seinige sofort an dessen Stelle.

§. 23.

Erster Fehler des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

Es sind eigentlich zwei Stücke, die ich an des Hern von Leibnitz Regel auszusetzen finde. Dasjenige, wovon ich jetzo handeln werde, ziehet in der Sache der lebendigen Kräfte keine Folgen von Wichtigkeit nach sich; man kann es aber dennoch nicht unterlassen anzumerken, damit bei einem so grossen Satze nichts versäumet werde, was ihn von allen kleinen Vorwürfen, die man ihm etwa machen möchte, befreien kann.

Das Leibnitz'sche Kräftemaass ist jederzeit in dieser Formul vorgetragen worden: wenn ein Körper in wirklicher Bewegung begriffen ist, so ist seine Kraft wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit. Also ist, nach diesem Satze, das Kennzeichen von diesem Maasse der Kraft nichts, wie die wirkliche Bewegung. Es kann aber ein Körper sich wirklich bewegen, obgleich seine Kraft nicht grösser ist, als diejenige, die er etwa mit dieser Anfangsgeschwindigkeit blos durch den Druck ausüben würde. Ich habe dieses in dem vorigen Kapitel schon erwiesen, und wiederhole es nochmals. Eine Kugel, die ich auf einer glatten Fläche ganz sachte fortschiebe, hört sogleich auf sich ferner zu bewegen, wenn ich die Hand abziehe. Es verschwindet also in einer solchen Bewegung die Kraft des Körpers alle Augenblicke; sie wird aber ebenso oft durch einen neuen Druck wieder hergestellet. In demselben Augenblicke also, da der Körper den Gegenstand antrifft, ist ihm seine Kraft nicht von der vorigen Bewegung noch eigen, nein, diese ist schon alle vernichtet, nur diejenige Kraft besitzt er, welche ihm die antreibende Gewalt in eben diesem Augenblick mittheilet, da er den Gegenstand berühret. Man kann ihn also ansehen, als wenn er sich gar nicht bewegt hätte, und als wenn er den Widerstand blos im Ruhestande drückte. Ein solcher Körper ist mithin von demjenigen nicht unterschieden, der einen todten Druck ausübet, und daher ist seine Kraft nicht wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit, sondern wie die Geschwindigkeit schlechthin. Dieses ist also die erste Einschränkung, die ich dem Leibnitz'schen Gesetze mache. Er hätte nicht eine wirkliche Bewegung allein als das Kennzeichen der lebendigen Kraft angeben sollen, es war auch nöthig, eine freie Bewegung hinzuzusetzen. Denn wenn die Bewegung nicht frei ist, so hat der Körper niemals eine lebendige Kraft. Nach dieser Bestimmung wird das Leibnitz'sche Gesetz, wo es sonst nur richtig ist, in dieser Formul erscheinen müssen: ein Körper, der sich in wirklicher und freier Bewegung

befindet, hat eine Kraft, die dem Quadrat etc. etc.

§. 24.

Was eine wirkliche Bewegung sei?

Nunmehr mache ich die zweite Anmerkung, die uns die Quelle des berüchtigten Streits entdecken wird, und die vielleicht auch das einzige Mittel darbietet, denselben wieder beizulegen.

Die Vertheidiger von der neuen Schätzung der lebendigen Kräfte sind hierin noch mit den Cartesianern einig, dass die Körper, wenn ihre Bewegung nur im Anfange ist, eine Kraft besitzen, die sich wie ihre blosse Geschwindigkeit verhalte. Allein sobald man die Bewegung wirklich nennen kann, so hat der Körper, ihrer Meinung nach, das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse.

Lasset uns nun untersuchen, was eigentlich eine wirkliche Bewegung sei. Denn dieses Wort war die Ursache des Abfalls von Cartesius, allein vielleicht kann sie auch eine Ursache der Wiedervereinigung werden.

Man nennt eine Bewegung alsdann wirklich, wenn sie sich nicht blos in dem Punkte des Anfangs befindet, sondern wenn, indem sie währet, eine Zeit verflossen ist. Diese verflossene Zeit, die zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, worin der Körper wirket, dazwischen ist, die macht es eigentlich, dass man die Bewegung wirklich nennen kann.

Man merke aber wohl, dass diese Zeit*) nicht etwas von gesetzter und gemessener Grösse sei, sondern dass sie gänzlich undeterminirt ist und nach Belieben kann bestimmt werden. Das heisst: man kann sie annehmen, so klein man will, wenn man sie dazu brauchen soll, eine wirkliche Bewegung damit anzuzeigen. Denn es ist nicht die und die Grösse der Zeit, welche die Bewegung eigentlich wirklich macht, nein, die

*) In der Formul des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

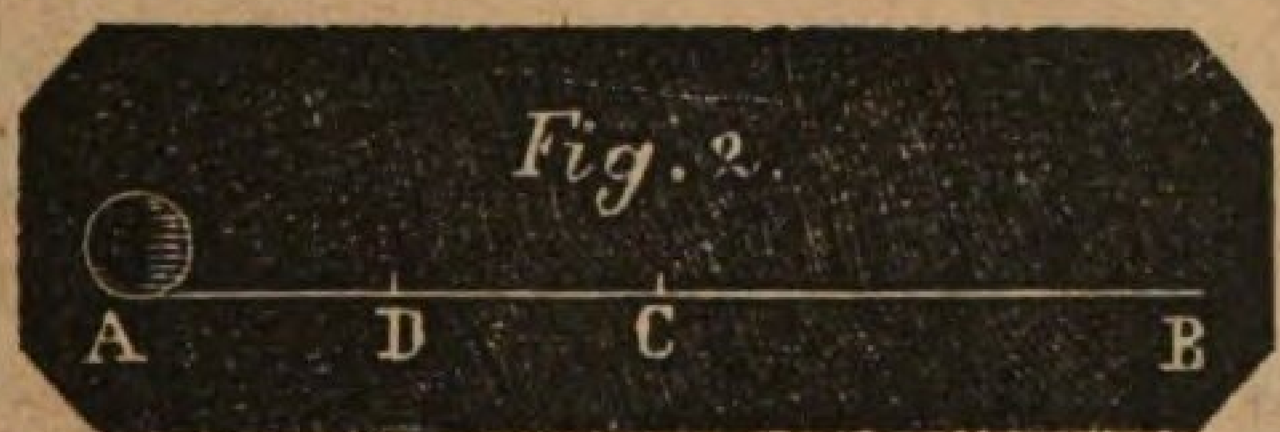
Zeit überhaupt ist es, sie sei so klein oder so gross, wie sie wolle.

§. 25.

Zweiter Hauptfehler des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

Demnach ist die in der Bewegung aufgewandte Zeit der wahre und einzige Charakter der lebendigen Kraft; und sie allein ist es, wodurch diese ein besonderes Maass vor der todten erhält.

Lasst uns nun die Zeit, die von dem Anfange der Bewegung an verfliesset, bis der Körper einen Gegenstand antrifft, in den er wirket, durch die Linie *AB* vorstellig machen, wovon der Anfang in *A* ist. (Fig. 2.)



In *B* hat der Körper also eine lebendige Kraft, aber im Anfangspunkte *A* hat er sie nicht, denn daselbst würde er einen Widerhalt, der ihm entgegenstünde, blos mit einer Bemühung zur Bewegung drücken. Lasst uns aber ferner folgendergestalt schliessen. Fürs

Erste ist die Zeit *AB* eine solche Bestimmung des Körpers, der sich in *B* befindet, wodurch in ihn ein lebendige Kraft gesetzt wird, und der Anfangspunkt *A* (wenn ich nämlich den Körper in denselben setze) ist eine Bestimmung, die ein Grund der todten Kraft ist. Für's

Zweite. Wenn ich in Gedanken diese Bestimmung, die durch die Linie *AB* ausgedrückt wird, kleiner mache, so setze ich den Körper dem Anfangspunkte näher, und es lässt sich leicht verstehen, dass, wenn ich dieses fortsetzte, der Körper endlich sich gar in *A* selber befinden würde; folglich wird die Bestimmung *AB* durch ihre Abkürzung der Bestimmung in *A* immer näher gesetzt werden; denn wenn sie sich dieser gar

nicht näherte, so könnte der Körper durch die Abkürzung der Zeit, wenn ich sie gleich unendlich fortsetzte, doch niemals den Punkt *A* gewinnen, welches ungereimt ist. Es kömmt also die Bestimmung des Körpers in *C* den Bedingungen der todten Kraft näher als in *B*, in *D* noch näher als in *C*, bis er in *A* selber alle Bedingungen der todten Kraft hat und die Bedingungen zur lebendigen gänzlich verschwunden sind. Wenn aber

drittens gewisse Bestimmungen, die die Ursache einer Eigenschaft des Körpers sind, sich nach und nach in andere Bestimmungen verwandeln, die ein Grund einer entgegengesetzten Eigenschaft sind, so muss die Eigenschaft, die eine Folge der ersteren Bedingungen war, sich zugleich mit ändern, und sich nach und nach in diejenige Eigenschaft verwandeln, die eine Folge der letzteren ist.*) Da nun, wenn ich die Zeit *AB* (die eine Bedingung einer lebendigen Kraft in *B* ist) in Gedanken abkürze, diese Bedingung der lebendigen Kraft der Bedingung der todten Kraft nothwendig näher gesetzt wird, als sie in *B* war, so muss auch der Körper in *C* wirklich eine Kraft haben, die der todten näher kommt, als die in *B*, und noch näher, wenn ich ihn in *D* setzte. Es hat demnach ein Körper, der unter der Bedingung der verflossenen Zeit eine lebendige Kraft besitzet, dieselbe nicht in jedweder Zeit, die so kurz sein kann, als man will; nein, sie muss determinirt und gewiss sein, denn wenn sie kürzer wäre, so würde er diese lebendige Kraft nicht mehr haben. Es kann also Leibnitz's Gesetz von der Schätzung der Kräfte nicht stattfinden; denn es legt den Körpern, die sich überhaupt eine Zeit lang bewegt haben (dies will so viel sagen, als: die sich wirklich bewegen), ohne Unterschied eine lebendige Kraft bei, diese Zeit mag nun so kurz oder lang sein, wie man wolle**)

*) Nach der Regel: *posita ratione ponitur rationatum*. (Wird der Grund gesetzt, so ist auch die Folge gesetzt.)

**) Der kurze Inhalt dieses Beweises ist folgender. Die Zeit, die sich zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, darin der Körper anstösst, befindet, kann so viel kürzer gedacht werden, als beliebig ist, ohne dass sich dadurch verstehen lässt, dass die Bedingung der lebendigen Kraft

§. 26.

Beweis ebendesselben aus dem Gesetze der Continuität.

Was ich jetzo erwiesen habe, ist eine ganz genaue Folge aus dem Gesetze der Continuität, dessen weitläuftigen Nutzen man vielleicht noch nicht genug hat kennen gelernet. Der Herr von Leibnitz, der Erfinder desselben, machte ihn zum Probierstein, an dem die Gesetze des Cartes die Probe nicht hielten. Ich halte es für den grössten Beweis seiner Vortrefflichkeit, dass es fast allein ein Mittel darbietet, das berufenste Gesetz der ganzen Mechanik recht aufzudecken und in der wahren Gestalt zu zeigen.

Man darf nur seine Aufmerksamkeit auf die Art und Weise richten, wie Herr von Leibnitz sich dieses Grundsatzes gegen Cartesius bedient hat, so wird man leicht wahrnehmen, wie er hier müsse angewandt werden. Er beweiset: diejenige Regel, die da statthat, wenn ein Körper gegen einen stösst, der in Bewegung ist, müsse auch bleiben, wenn er wider einen anläuft, der in Ruhe ist; denn die Ruhe ist von einer sehr kleinen Bewegung nicht unterschieden. Was da gilt, wenn ungleiche Körper gegeneinander laufen, das muss auch gelten, wenn die Körper gleich sind; denn eine sehr kleine Ungleichheit kann mit der Gleichheit verwechselt werden.

Auf diese Weise schliesse ich auch: was da überhaupt gilt, wenn ein Körper sich eine Zeit lang beweget hat, das muss auch gelten, wenngleich nur die Bewegung im Anfange ist; denn eine sehr kleine Dauer der Bewegung ist von dem blossen Anfange derselben

sich dadurch verlieren werde, §. 24; nun ist aber diese Abkürzung ein Grund, woraus verstanden werden kann, dass, wenn man sie fortsetzete, der Körper endlich werde im Anfangspunkte sein, wo die lebendige Kraft sich wirklich verlieret und dagegen die Bedingung zur todten einfindet; es ist also die Verkleineruug dieser Zeit kein Grund, der der Bedingung der lebendigen Kraft etwas entziehet, und ist doch zugleich ein Grund hiezu; welches sich widerspricht.

nicht unterschieden, oder man kann sie füglich verwechseln. Hieraus folgere ich: wenn der Körper überhaupt alsdenn eine lebendige Kraft hat, wenn er sich eine Zeit lang (sie sei so kurz, als man will) beweget hat, so muss er sie auch haben, wenn er sich erst anfängt zu bewegen. Denn es ist einerlei, ob er eben erst anfängt, oder etwa schon eine ungemein kleine Zeit fortfährt sich zu bewegen. Und also schliesse ich: weil aus dem Leibnitz'schen Gesetze der Kräfteschätzung diese Ungereimtheit folget, dass selber im Anfangspunkte der Bewegung die Kraft lebendig sein würde, so könne man ihm nicht beipflichten.

Es ist leicht wahrzunehmen, wie sehr sich der Verstand dawider setzet, wenn dieses Gesetz ihm in dem rechten Lichte der Deutlichkeit vorgelegt wird. Es ist unmöglich sich zu überreden, dass ein Körper, der im Punkte *A* eine todte Kraft hat, eine lebendige, die unendlichmal grösser ist wie die todte, haben sollte, wenn er sich nur um eine unmerklich kleine Linie von diesem Punkte entfernet hat. Dieser Sprung der Gedanken ist zu plötzlich, es ist kein Weg, der uns von der einen Bestimmung zur anderen überführet.

§. 27.

Die in der Bewegung verflossene Zeit, mithin auch die Wirklichkeit der Bewegung, ist nicht die wahre Bedingung, unter der dem Körper eine lebendige Kraft zukommt.

Man habe wohl auf das Acht, was hieraus fliesset. Die verflossene Zeit, wenn sie undeterminirt vorgetragen wird, kann keine Bedingung zur lebendigen Kraft sein, und dies habe ich vorher erwiesen; aber wenn sie gleich determinirt und auf eine gewisse Grösse eingeschränkt vorgetragen wird, so kann sie doch nicht die eigentliche Bedingung der lebendigen Kraft abgeben, und dieses beweise ich jetzt folgendergestalt.

Gesetzt, man könnte erweisen, dass ein Körper, der diese Geschwindigkeit hat, nach einer Minute eine lebendige Kraft haben werde, und dass diese Minute

diejenige Bedingung sei, unter der ihm diese Kraft zukommt, so würde, wenn die Grösse dieser Zeit verdoppelt würde, Alles dasjenige in dem Körper doppelt sein, was vorher, nur einzeln genommen, in ihn schon eine lebendige Kraft setzte. Es setzte aber die Grösse der ersten Minute zu der Kraft des Körpers eine neue Dimension hinzu (*per hypothesin*); also wird die Grösse von zwei Minuten, weil sie die Bedingungen, die die erstere in sich enthielte, verdoppelt in sich begreift, zu der Kraft des Körpers eine Dimension mehr hinzusetzen. Der Körper also, der seine Bewegung frei fortsetzet, wird im Anfangspunkte derselben zwar nur eine Kraft von einer Dimension und, nach Verfliessung einer Minute, eine Kraft von zwei Abmessungen haben; allein bei der zweiten Minute hat seine Kraft drei Abmessungen, bei der dritten vier, bei der vierten fünf, und so ferner. Das heisst: seine Kraft wird bei einförmiger Bewegung bald die Geschwindigkeit schlechthin, bald das Quadrat derselben, bald den Würfel, bald das Quadratoquadrat u. s. w. zum Maasse haben; welches solche Ausschweifungen sind, die Niemand unternehmen wird zu vertheidigen.

Man darf an der Richtigkeit dieser Schlüsse nicht zweifeln. Denn wenn man verlangt, dass eine Zeit von bestimmter Grösse, die von dem Anfange der Bewegung eines Körpers bis zu einem gewissen Punkte verfliesset, die Bedingungen der lebendigen Kraft ganz und gar in sich fasse, so kann man auch nicht leugnen, dass in einer zweimal grösseren Zeit auch zweimal mehr von diesen Bedingungen sein würden; denn die Zeit hat keine anderen Bestimmungen, wie ihre Grösse. Und wenn daher eine einfache Zeit der zureichende Grund ist, eine neue Dimension in die Kraft eines Körpers hineinzubringen, so wird eine zweifache Zeit zwei solcher Dimensionen setzen (nach der Regel: *rationata sunt in proportione rationum suarum*).*) Man kann noch hinzusetzen, dass die Zeit nur deswegen eine Bedingung zur lebendigen Kraft sein konnte, weil der Körper bei der Verfliessung derselben sich von der

*) Die Folgen stehn im Verhältniss zu ihren Gründen. (A. d. H.)

Bedingung der todten, welche in dem Anfangsaugenblicke bestehet, entfernet und deswegen diese Zeit eine bestimmte Grösse haben müsse, weil er in weniger Zeit sich von den Bestimmungen der todten Kraft nicht genug entfernet haben würde, als es die Grösse einer lebendigen Kraft erfordert. Da er sich nun in einer grösseren Zeit von dem Anfangsaugenblicke d. i. von der Bedingung der todten Kraft immer weiter entfernet, so müsste die Kraft des Körpers ins Unendliche, je länger er sich beweget, auch bei seiner einförmigen Geschwindigkeit immer mehr und mehr Abmessungen erlangen; welches ungereimt ist.

Es ist also erstens die Abwesenheit der Wirklichkeit der Bewegung nicht die wahre und rechte Bedingung, welche der Kraft eines Körpers die Schätzung der schlechten Geschwindigkeit zueignet.

Zweitens: weder die Wirklichkeit der Bewegung überhaupt und die damit verknüpfte allgemeine und unbestimmte Betrachtung der verflossenen Zeit, noch die bestimmte und gesetzte Grösse der Zeit ist ein zureichender Grund der lebendigen Kraft, und der Schätzung derselben nach dem Quadrat.

§. 28.

Die Mathematik kann die lebendigen Kräfte nicht erweisen.

Wir wollen aus dieser Betrachtung zwei Folgen von Wichtigkeit ziehen.

Die erste ist: dass die Mathematik niemals einige Beweise zum Vortheil der lebendigen Kräfte darbieten könne, und dass eine auf diese Weise geschätzte Kraft, wenn sie sonst gleich statthat, dennoch zum wenigsten ausserhalb dem Gebiete der mathematischen Betrachtung sei. Jedermann weiss es, dass, wenn man in dieser Wissenschaft die Kraft eines mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegten Körpers schätzen will, man an keinen bestimmten Augenblick der in der Bewegung verflossenen Zeit gebunden sei,

sondern dass in Absicht auf diese Einschränkung Alles unbestimmt und gleichgültig sei. Es ist also die Schätzung der Kraft bewegter Körper, die die Mathematik darreicht, von der Art, dass sie sich über alle Bewegungen überhaupt erstreckt, die Zeit, die darüber verflossen ist, mag so kurz sein, wie man wolle, und dass sie uns hierin gar keine Grenzen setzt. Eine Schätzung von der Art aber gehet auch auf die Bewegung der Körper, die im Anfange ist, §. 25. 26., und die also todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maasse hat. Und da die lebendigen Kräfte mit den todten zugleich unter einerlei Schätzung nicht begriffen sein können, so siehet man leicht, dass die ersteren von einer mathematischen Betrachtung gänzlich ausgeschlossen sind.

Ueberdem betrachtet die Mathematik in der Bewegung eines Körpers nichts, wie die Geschwindigkeit, die Masse und noch etwa die Zeit, wenn man sie dazunehmen wollte. Die Geschwindigkeit ist niemals ein Grund der lebendigen Kraft, denn der Körper, wenn er gleich nach der Meinung der Leibnitzianer eine lebendige Kraft besässe, würde sie doch nicht in allen Augenblicken seiner Bewegung haben können, sondern es würde eine Zeit nach dem Anfange derselben sein, darin er sie noch nicht hätte, ob in ihm gleich alle Geschwindigkeit schon vorhanden wäre, §. 25. 26. Die Masse ist noch viel weniger ein Grund derselben. Endlich haben wir ebendasselbe auch von der Zeit erwiesen. Es hat also die Bewegung eines jeden Körpers, besonders genommen, nichts in sich, was in einer mathematischen Erwägung eine ihr beiwohnende lebendige Kraft anzeigte. Weil nun alle Schlüsse, die man von demjenigen macht, was ein Körper thut, der in Bewegung ist, aus denen Notionen müssen hergeleitet werden, die in der Betrachtung der Geschwindigkeit, der Masse und der Zeit begriffen sind, so werden sie, wenn sie richtig herausgezogen sind, keine Folgerungen darbieten, die die lebendigen Kräfte festsetzen. Und wenn es scheinet, dass sie ihnen diesen Dienst leisten, so traue man diesem Scheine nicht; denn es würde alsdann in den Folgerungen mehr enthalten sein,

als die Grundsätze in sich fasseten, d. i. das *rationatum* würde grösser sein, als seine *ratio*.

Nach so vielfältigen und grossen Bemühungen, die sich die Geometer dieser beiden Jahrhunderte gemacht haben, die Streitsache des Cartes und des Herrn von Leibnitz durch die Lehren der Mathematik abzuthun, scheinet es sehr seltsam zu sein, dass ich anfange, dieser Wissenschaft die Entscheidung derselben abzusprechen. Man hat zwar eine Zeit her gestritten, ob diese Wissenschaft Cartesius' Gesetze günstig sei, oder ob sie die Partei des Herrn von Leibnitz vertheidige. Allein bei diesem Zwiespalte ist Jedermann darin einig, dass man es, um die Streitfrage der Kräfteschätzung recht aufzulösen, auf den Ausspruch der Mathematik müsse ankommen lassen. Es ist wunderbar genug, dass grosse Schlusskünstler auf solche Abwege gerathen sein sollten, ohne wahrzunehmen oder auch nur daran zu gedenken, ob dieses auch der Weg sei, der sie zum Besitz der Wahrheit führen könne, welcher sie nachgespüret haben. Allein hier dünkt mich, dass ich Gründe finde, die mich nöthigen, alles das Wunderbare in den Wind zu schlagen, und wohin sollte ich mich nach ihrem Ausspruche weiter wenden?

Die Mathematik bestätigt schon ihrer Natur nach Cartesius' Gesetze.

Die zweite Folge, die ich aus den vorhergehenden Betrachtungen ziehe, ist diese: dass die Gründe der Mathematik, anstatt den lebendigen Kräften günstig zu sein, vielmehr Cartesius' Gesetze immer bestätigen werden. Dieses muss aus den Sätzen dieses Paragraphen schon klar sein, und ich kann noch hinzusetzen, dass die mathematischen Grössen, die Linien, Flächen u. s. w. ebendieselben Eigenschaften haben, wenn sie noch so klein sind, als wenn sie, wer weiss was für eine Grösse haben; und daher aus den kleinsten mathematischen Grössen, aus dem

kleinsten Parallelogramm, aus dem Fall eines Körpers durch die kleinste Linie ebendieselben Eigenschaften und Folgerungen müssen hergeleitet werden können, als dem Grössesten von diesen Gattungen. Wenn nun eine Linie, die eine Bewegung anzeiget, wie sie alsbald nach dem Anfange beschaffen ist, ebendieselben Bestimmungen und Eigenschaften, auch ebendieselben Folgerungen hat, als diejenige Linie, die eine Bewegung lange nach dem Anfange andeutet, so wird die Kraft, die man in einer mathematischen Betrachtung der Bewegung eines Körpers herausbringt, niemals andere Eigenschaften haben, als diejenige hat, die auch in der kleinsten Zeit, das ist, in einer unendlich kleinen Zeit, von dem Anfangsaugenblicke an in dem Körper vorhanden ist. Da dieses nun eine todte Kraft ist, und daher das Maass der schlechten Geschwindigkeit an sich hat, so werden alle und jede mathematisch erwogenen Bewegungen keine andere Schätzung, als einzig und allein die nach der blossen Geschwindigkeit darlegen.

§. 29.

Wir wissen demnach, noch ehe wir uns in eine nähere Untersuchung der Sache einlassen, dass Leibnitz's Anhänger, weil sie sich mit solchen Waffen vertheidigen wollen, die von der Natur ihrer Sache weit entfernet sind, in dem berüchtigten Streite wider Cartesius unterliegen werden. Nach dieser allgemeinen Betrachtung wollen wir die Beweise insbesondere in Erwägung ziehen, deren sich Leibnitz's Partei hauptsächlich in dieser Streitsache bedienet hat.

Der Herr von Leibnitz ist durch dasjenige, was man bei dem Falle der Körper durch ihre Schwere wahrnimmt, zuerst auf seine Meinung geleitet worden. Allein es war ein unrecht angewandter Grundsatz des Cartes, der ihn zu einem Irrthum führte, welcher nach der Zeit vielleicht der scheinbarste geworden, welcher sich jemals in die menschliche Vernunft ein-

geschlichen hat. Er setzte nämlich folgenden Satz fest: es ist einerlei Kraft nöthig, einen vier Pfund schweren Körper einen Schuh hoch zu heben, als einen einpfündigen vier Schuhe.

§. 30.

Der Satz, der den Herrn von Leibnitz zuerst auf die lebendigen Kräfte gebracht hat.

Weil er sich auf den Beifall aller Mechaniker seiner Zeit beruft, so dünkt mich, er habe diesen Satz aus einer Regel des Cartes gefolgert, deren dieser sich bediente, die Natur des Hebels zu erklären. Cartes nahm an, dass die an einem Hebel angehangenen Gewichte die unendlich kleinen Räume durchliefen, die in ihrer Entfernung vom Ruhepunkte können beschrieben werden. Nun sind zwei Körper alsdenn im Gleichgewichte, wenn diese Räume gegen einander umgekehrt, wie die Gewichte der Körper sind; und also, schloss Leibnitz, ist nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe von vier zu erheben, als einen anderen, dessen Masse vier ist, zur einfachen Höhe. Man wird leicht gewahr, dass diese Schlussfolge aus Cartesius' Grundregel nur alsdenn herfliesse, wenn die Zeiten der Bewegung gleich sind. Denn bei der Schnellwage sind diese Zeiten einander gleich, darin die Gewichter ihre unendlich kleinen Räume durchlaufen würden. Der Herr von Leibnitz liess diese Bedingung aus der Acht, und schloss auch auf die Bewegung in Zeiten, die einander nicht gleich sind. 44)

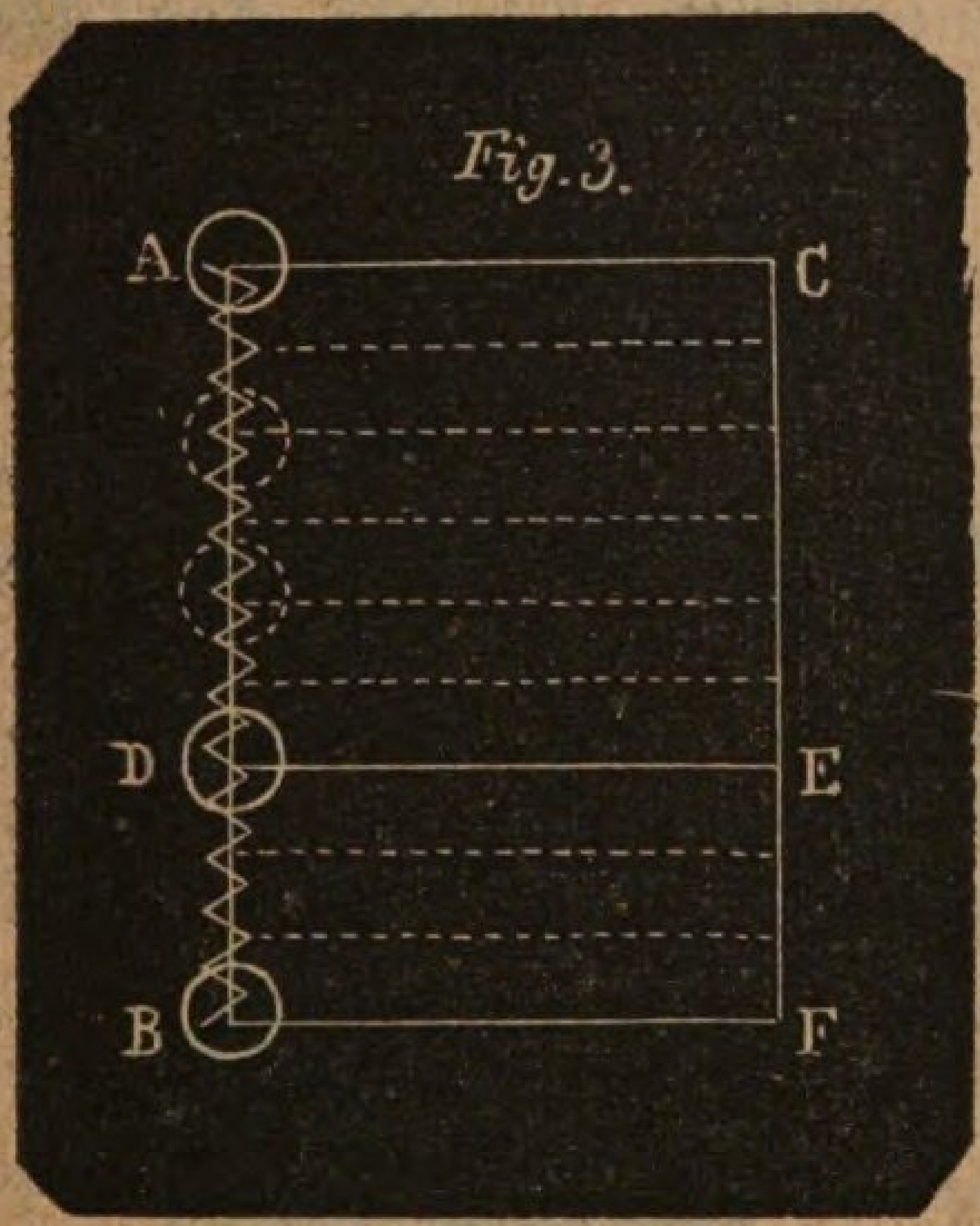
§. 31.

Des Herrn Hermann Beweis, dass die Kräfte wie die Höhen sind, die sie durch dieselben erreichen können.

Die Vertheidiger dieses Mannes scheinen den Einwurf gemerkt zu haben, den man ihnen wegen der

Zeit machen könnte. Daher haben sie ihre Beweise so einzurichten gesucht, als wenn der Unterschied der Zeit bei der Kraft, welche die Körper durch den Fall erlangen, durchaus für nichts anzusehen sei.

Es sei die unendliche Feder *AB* (Fig. 3.), welche



die Schwere vorstellet, die den Körper in währendem Fallen aus *A* in *B* verfolgt, so, sagt Herr Herrmann, werde die Schwere dem Körper in jedem Punkte des Raumes einen gleichen Druck mittheilen. Diese Drucke bildet er durch die Linien *AC*, *DE*, *BF* u. s. w. ab, die zusammen das *Rectangulum AF* ausmachen. Der Körper hat also nach seiner Meinung, wenn er den Punkt *B* erreicht hat, eine Kraft, die der Summe aller dieser Drucke d. i. dem *Rectangulo AF* gleich ist. Es verhält sich also die Kraft in *D* zur Kraft in *B*, wie das *Rectangulum AE* zum *Rectangulo AF*, d. i. wie der durchgelaufene Raum *AD* zum Raum *AB*, mithin wie die Quadrate der Geschwindigkeiten in *D* und *B*.

So schliesst Herr Herrmann, indem er behauptet, dass die Wirkung, welche die Schwere in einem Körper thut, welcher frei fällt, sich nach dem Raume richte, den er im Fallen zurücklegt.

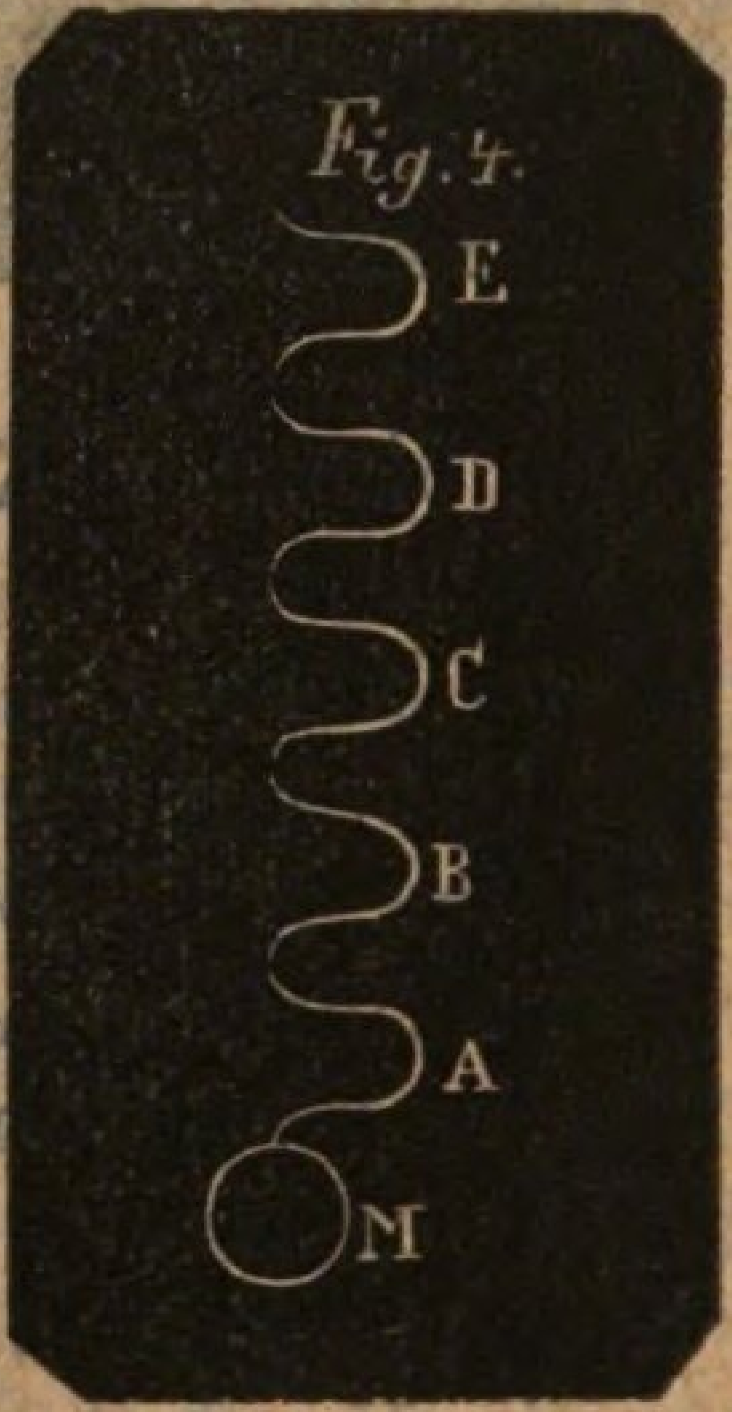
Die Cartesianer hingegen behaupten, dass die Wir-

kung der Schwere nicht denen, in aufgehaltener Bewegung, zurückgelegten Räumen, sondern den Zeiten proportionirt sei, in welchen der Körper entweder fällt oder zurücksteigt. Ich werde jetzo einen Beweis geben, der die Meinung der Cartesianer ausser Zweifel setzen wird, und daraus man zugleich wird einsehen lernen, worin der scheinbare Beweis des Herrn Herrmann fehle.

§. 32.

Beweis, der den Fall des Herrn Herrmann widerlegt.

Es ist gleichviel Kraft nöthig, eine einzige von den fünf gleich gespannten Federn (Fig. 4.) *A*, *B*, *C*,



D, *E*, eine Secunde lang zuzudrücken, als sie alle fünfe nach und nach binnen eben dieser Zeit zuzudrücken. Denn man theile die Secunde als die Zeit, wie lange der Körper *M* die Feder *A* zugedrückt hält, in fünf gleiche Theile; anstatt dass nun *M* alle diese fünf Theile der Secunde hindurch auf die Feder *A* losdrückt, so nehme man an, dass er die Feder *A* nur in dem ersten Theil der Secunde drücke, und dass in dem zweiten Theil der Secunde, anstatt der Feder *A*, die

andere *B*, die gleichen Grad der Spannung hat, untergeschoben werde, so wird in der Kraft, die *M* zu drücken brauchet, bei dieser Verwechselung kein Unterschied anzutreffen sein. Denn die Federn *B* und *A* sind in Allem vollkommen gleich, und also ist's einerlei, ob in dem zweiten Secundtheile annoch dieselbe Feder *A* oder ob *B* gedrückt werde. Ebenso ist es gleichviel, ob *M* in dem dritten Theil der Secunde die dritte Feder *C* spanne, oder ob er in diesem Zeittheile annoch auf die vorige *B* drückte; denn man kann eine Feder an der anderen Stelle setzen, weil sie in nichts unterschieden sind. Es wendet also der Körper *M* so viel Kraft an, die einzige Feder *A* eine ganze Secunde lang zugedrückt zu halten, als er braucht, fünf solche Federn binnen eben dieser Zeit nach und nach zu spannen. Eben dieses kann gesagt werden, man mag die Menge der Federn auch ins Unendliche vermehren, wenn die Zeit des Druckes nur gleich ist, Es ist also nicht die Menge der zugedrückten Federn, wonach die Kraft des Körpers, der sie alle spannet, abgemessen wird, sondern die Zeit der Drückung ist das rechte Maass.

Jetzt lasst uns die Vergleichung, die Herr Herrmann zwischen der Wirkung der Federn und dem Druck der Schwere anstellet, annehmen, so werden wir finden, dass die Zeit, wie lange die Kraft des Körpers der Schwere widerstehen kann, und nicht der zurückgelegte Raum dasjenige sei, wornach die ganze Wirkung des Körpers müsse geschätzt werden.

Dieses ist also der erste Versuch, der, wie ich glaube, dasjenige bestätigt, was ich oben gesagt habe, dass nämlich Cartesius' Meinung in mathematischen Beweisen das Gesetz des Herrn von Leibnitz übertreffe.

§. 33.

Der Cartesianer Fehler in Behauptung ebenderselben Sache.

Ich finde in dem Streite der Cartesianer wider die Vertheidiger der lebendigen Kräfte, den die Frau Mar-

quisin von Chastelet mit vieler Beredsamkeit ausgeführet hat, dass sich jene auch des Unterschiedes der Zeit bedienet haben, um die Schlüsse der Leibnitzianer von dem Falle der Körper unkräftig zu machen. Allein aus demjenigen, was sie aus der Schrift des Herrn von Mairan gegen die neue Schätzung der Kräfte anführet, sehe ich, dass ihm der wahre Vortheil unbekannt gewesen sei, den er aus dem Unterschiede der Zeit hätte ziehen können, und den ich im vorhergehenden Paragraphen angezeigt zu haben glaube, welcher gewiss so einfach und deutlich ist, dass man sich wundern muss, wie es möglich gewesen, ihn bei einem solchen Lichte des Verstandes nicht wahrzunehmen.

Es ist gewiss recht seltsam, wie weit sich diese Männer verirret haben, indem sie einem wahren Gesetze der Natur nachgingen, dass nämlich die Kraft, die die Schwere einem Körper raubet, der Zeit und nicht dem Raume proportionirt sei. Nachdem sie sich so weit vergangen, dass sie den Leibnitzianern zugegeben, ein Körper könne mit doppelter Geschwindigkeit vierfache Wirkung thun, nachdem sie, sage ich, ihre Sache so verdorben haben, so sind sie genöthigt, sich mit einer ziemlich schlechten Ausflucht zu retten, dass nämlich der Körper zwar eine vierfache Wirkung, aber nur in doppelter Zeit thue. Sie dringen daher ungemein ernstlich darauf, dass die Kräfte zweier Körper nach den Wirkungen geschätzt werden müssen, die sie in gleichen Zeiten thun, und dass man darauf gar nicht zu sehen habe, was sie etwa in ungleichen Zeiten ausrichten können. Man hat dieser Ausflucht mit unendlicher Deutlichkeit begegnet, und ich begreife nicht, wie es möglich gewesen ist, sich dem Zwange der Wahrheit noch ferner zu widersetzen.

Wir sehen aber auch hieraus, dass es eigentlich nur die Fehlschlüsse der Cartesianer sind, welche Leibnitz's Partei triumphiren machen, und dass sie den Streit gar nicht durch die Schwäche ihrer Sache verlieren. Sie würden allemal die Oberhand behalten,

wenn sie die rechten Waffen ergreifen möchten, die ihnen die Natur der Sache eigentlich darbietet.

§. 34.

Ein Zweifel des Herrn Lichtscheid wird gehoben.

Ich habe erwiesen, dass die Wirkungen, welche die Schwere ausübet, und der Widerstand, den sie im Hinaufsteigen verübet, sich wie die Zeit verhalte, welche die Körper in Bewegung zubringen. Allein ich besinne mich auf einen Fall, der vielleicht scheinbar genug ist, diesen Satz bei Einigen zweifelhaft zu machen. Herr Lichtscheid bemerket in den *Actis Eruditorum*, wenn man einen Perpendikel (Fig. 5.) aus D auf eine

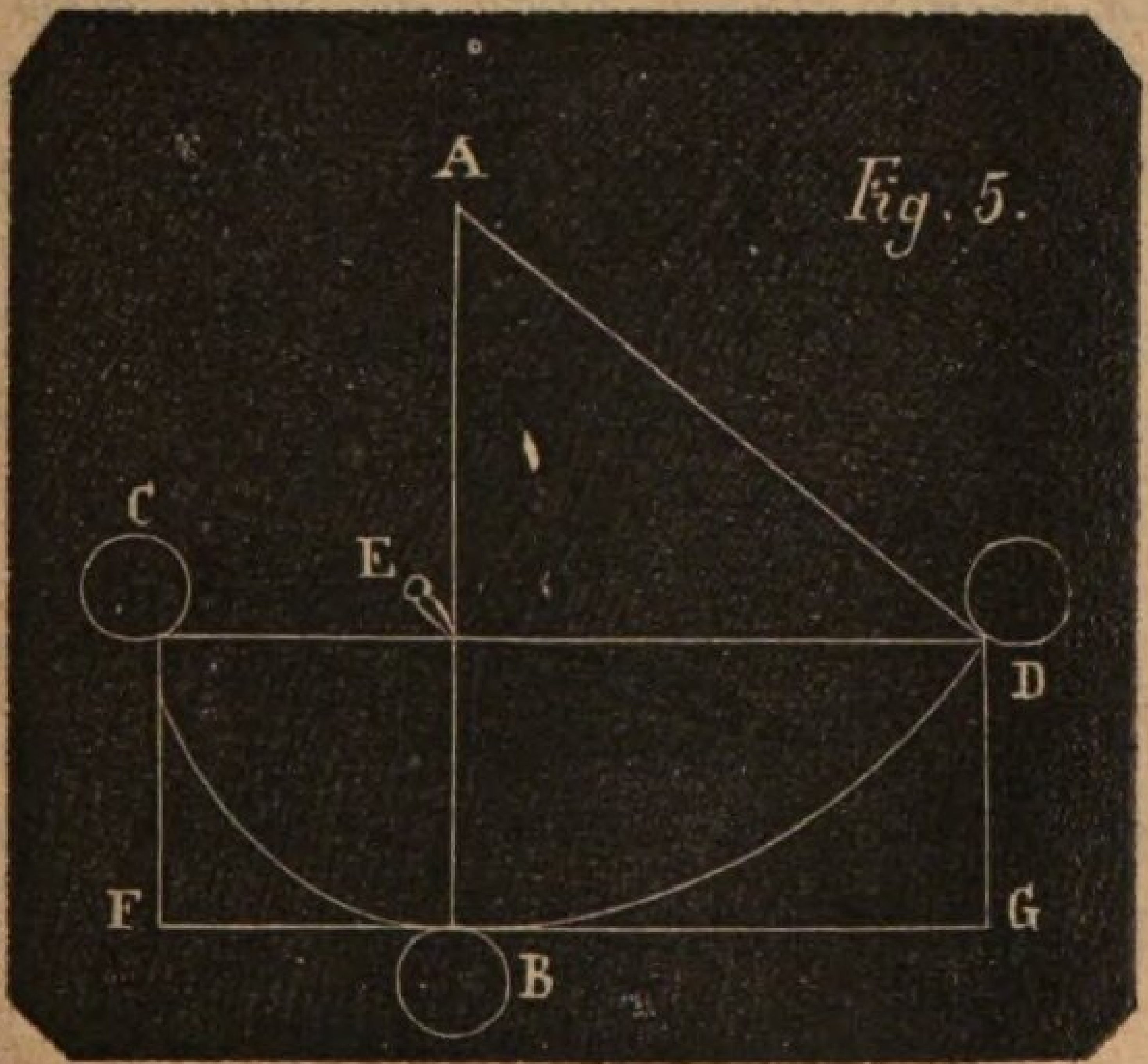


Fig. 5.

solche Art fallen lässt, dass sich der Faden an dem Widerhalte E anleget, mithin, indem er aus B in C wieder in die Höhe steiget, einen kleineren Zirkel beschreibet, so erlange er doch, vermöge seiner in B erhaltenen Geschwindigkeit, wieder die Höhe CF, welche der Höhe DG gleich ist, von der er heruntergefallen. Es ist aber die Zeit, die der Perpendikel im Falle durch den Bogen BD zubringt, länger, als die Zeit, in der er bis C wieder in die Höhe steigt. Also hat

die Schwere dorten in den Perpendikel länger als wie hier gewirkt. Man sollte nun denken, wenn es wahr ist, was ich vorher erwiesen habe, dass die Schwere in grösseren Zeiten grössere Wirkung thue, so habe der Körper in *B* eine grössere Geschwindigkeit erhalten müssen, als die Schwere in der Bewegung aus *B* in *C* ihm wieder zu nehmen im Stande ist. Er müsste also vermittelst dieser Geschwindigkeit vermögend sein, sich noch über den Punkt *C* hinaufzuschwingen, welches doch nach den Beweisen des Herrn Lichtscheid falsch ist.

Wenn man aber nur bedenket, dass der Faden *AB* dem Körper, indem er sich aus *D* in *B* beweget, stärker entgegengesetzt ist, und den Fall durch seine Schwere mehr hindert, als der Faden *EB* oder *EC* in dem Falle aus *C* in *B*, so lässet sich auch leicht begreifen, dass das Element der Kraft, welches sich in allen Augenblicken des Hinabsteigens aus *D* in B in den Körper häufet und sammlet, kleiner sei, wie die elementarische Kraft, die die Schwere im Gegentheil in den Körper *C* jedweden Augenblick hineinbringt, wenn er aus *C* in *B* hinabsinket. Denn da es einerlei ist, ob ein Körper, der an einem Faden befestiget ist, durch den Zurückhalt *A* genöthiget werde, den Zirkelbogen *DB* oder *CB* durchzulaufen, oder ob er auf einer ebenso gekrümmten Fläche *BDCB* frei hinab kugele, so kann man sich vorstellen, als wenn der Fall, von dem wir reden, auf zwei solchen hohlen mit einander verbundenen Flächen wirklich geschehe. Nun ist die Fläche *DB* stärker gegen die Horizontallinie geneigt, als die andere *CB*, mithin ist in jener der Körper zwar den Antrieben der Schwere länger ausgesetzt, als in dieser, allein die Fläche hindert dafür auch einen grösseren Theil der Schwere, die bemühet ist, sich dem Körper einzuverleiben als es die andere *CB* thut.

Ich hätte der Auflösung dieses Einwurfs überhoben sein können, weil die Anhänger des Herrn von Leibnitz seine Schwäche selber wahrgenommen zu haben scheinen, da ich nirgends finde, dass sie sich desselben bedient hätten. Allein Herr von Leibnitz, der von

Herrn **Lichtscheid** zum Richter seiner Abhandlungen erwählt worden war, ertheilet derselben einen rühmlichen Beifall, und sein Ansehen ist es, welches ihm einiges Gewicht beilegen könnte.

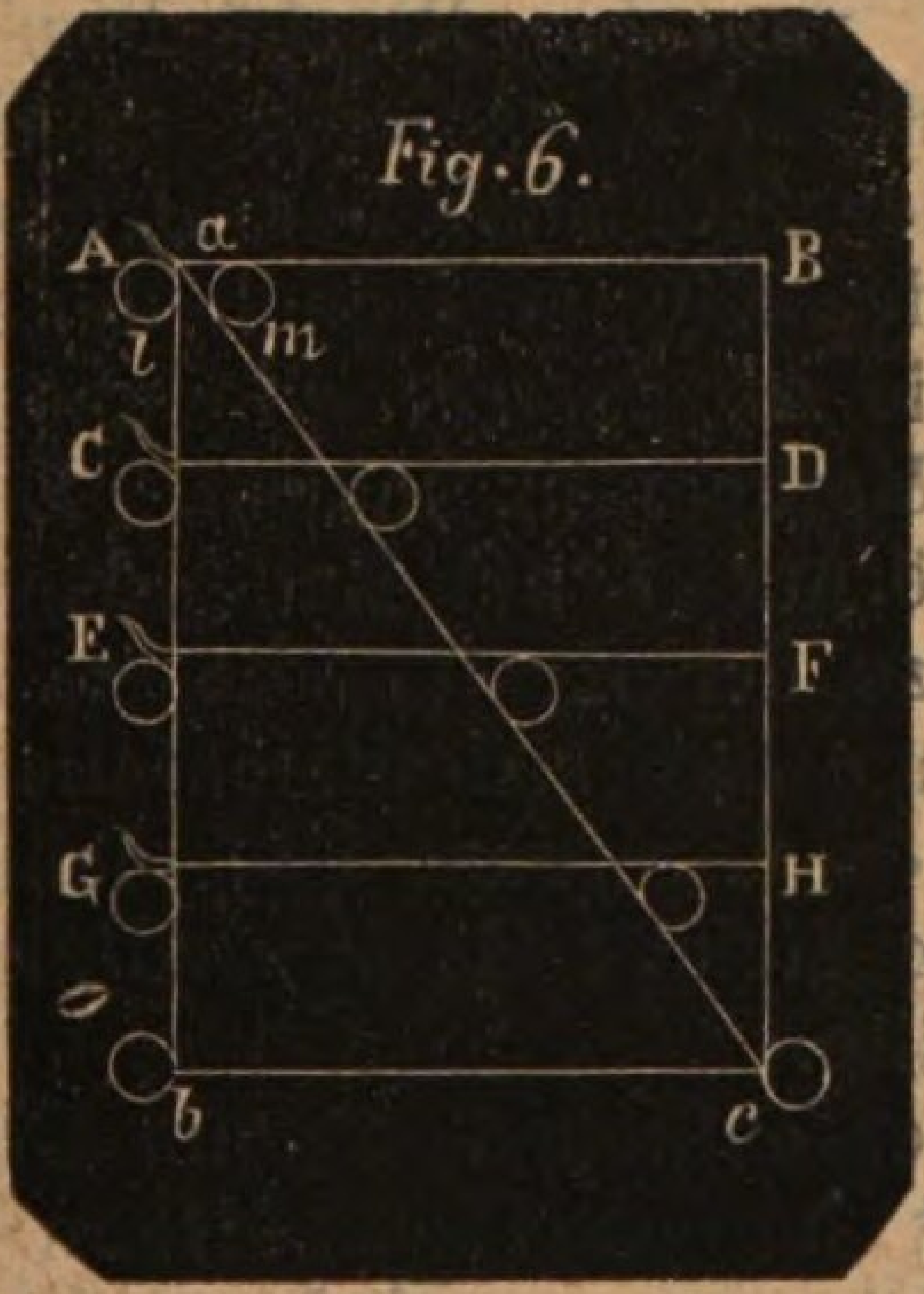
§. 35.

Ehe ich die Materie von dem Falle der Körper durch ihre Schwere verlasse, will ich den Vertheidigern der lebendigen Kräfte noch einen Fall aufzulösen geben, der, wie mich dünkt, hinlänglich darthun soll, dass die Betrachtung der Zeit von der Schätzung der Kraft, die die Schwere in einen Körper hineinbringt, unmöglich ausgeschlossen werden könne, wie Herr von Leibnitz und die Vertheidiger desselben uns bis daher haben überreden wollen.

§. 36.

Neuer Fall, der darthut, dass in der Schätzung der Kraft, die durch die Schwere entstehet, die Zeit nothwendig müsse in Erwägung gezogen werden.

Der Fall ist folgender: ich stelle mir auf die den Cartesianern und Leibnitzianern gewöhnliche Art die



Drucke der Schwere, die einem Körper von der Höhe (Fig. 6.) *ab* bis zur Horizontallinie *bc* mitgetheilte

werden, durch die unendliche Anzahl Blechfedern, *AB, CD, EF, GH,* vor. Ferner setze ich einen Körper *m* auf die schiefe Fläche *ac,* und einen anderen *l* lasse ich von *a* in *b* frei herunter fallen. Wie wernun die Leibnitzianer die Kraft des Körpers *m*, der durch den Druck der Federn die schiefe Fläche *ac* herunter getrieben wird, am Ende dieses schrägen Falles in *c* schätzen? Sie können nicht anders als das Product aus der Menge Federn, die den Körper aus *a* bis in *c* antreiben, in die Kraft, die jede Feder demselben nach der Richtung *ac* eindrücket, zum Maasse angeben; denn dieses erfordert ihr Lehrgebäude, wie wir aus dem Falle des Herrn Herrmann §. 31 gesehen haben. Und ebenso werden sie auch die Kraft, die sich in dem anderen Körper *l* findet, der von *a* bis in *c* frei fällt, durch das Product aus der Menge Federn, von denen er fortgetrieben worden, in die Intensität, womit jede ihn fortgestossen hat, zu schätzen genöthiget. Es ist aber die Anzahl Federn von beiden Seiten, sowohl die schiefe Fläche *ac*, als die Höhe *ab* hindurch, gleich, also bleibt nur die Stärke der Kraft, die jede Feder in beiden Fällen in ihren Körper hineinbringt, zum wahren Maasse der in *b* und *c* erlangten Kräfte der Körper *l* und *m* übrig. Diese Stärke, womit eine jede von den Blechfedern den Körper *m* nach der Richtung der schiefen Fläche *ac* drücket, verhält sich zu der Intensität des Druckes eben dieser Blechfedern auf den Körper *l* nach der Richtung seiner Bewegung *ab*, wie *ab* zu *ac;* wie uns die ersten Anfangsgründe der Mathematik lehren. Es wird also die Kraft, die der Körper *l* am Ende des Perpendicularfalles in *b* hat, zu der Kraft, die *m* am Ende des schiefen Falles in *c* hat, sich gleichfalls wie *ac* zu *ab* verhalten; welches ungereimt ist, denn beide Körper haben in *b* und *c* gleiche Geschwindigkeiten und also auch gleiche Kräfte.

Die Cartesianer entgehen diesem Einwurfe, indem sie die Zeit mit herbeiziehen. Denn obgleich jede Feder in den Körper *m* auf der schiefen Fläche *ac* weniger Kraft hineinbringt (weil ein Theil durch den

Widerstand der Fläche verzehret wird), so wirken dafür diese Federn in den Körper *m* viel länger, als in den Körper *l*, der ihrem Drucke eine viel kürzere Zeit ausgesetzet ist.[45])

§. 37.

Nachdem ich erwiesen habe, dass die Betrachtung der durch die Schwere fallenden Körper den lebendigen Kräften auf keinerlei Weise vortheilhaft sei, so ist es Zeit, eine andere Gattung von Beweisen in Erwägung zu ziehen, auf die sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte jederzeit sehr viel zu gute gethan haben. Es sind diejenigen, die ihnen die Lehre von der Bewegung elastischer Körper darzubieten scheinet.

§. 38.

Es sind in der Trennung, die des Herrn von Leibnitz Kräfteschätzung in der Welt veranlasset hat, so viel Verblendungen und Abwege unter den Geometern entstanden, als man bei grossen Schlusskünstlern kaum vermuthen sollte. Die Nachrichten, die man uns von allen den Vorfällen dieses berüchtigten Streites aufbehalten wird, werden dereinst in der Geschichte des menschlichen Verstandes eine sehr nutzbare Stelle einnehmen. Keine Betrachtung ist siegreicher über die Einbildung derjenigen, die die Richtigkeit unserer Vernunftschlüsse so sehr erheben, als solche Verführungen, denen die scharfsinnigsten Meister der Geometrie in einer Untersuchung nicht haben entgehen können, die ihnen vor anderen Deutlichkeit und Ueberzeugung hätte gewähren sollen.

Es wäre unmöglich gewesen, auf solche Abwege zu gerathen, wenn die Herren Leibnitzianer sich hätten die Mühe geben wollen, auf die Construction der Be-

weise selber ihre Aufmerksamkeit zu richten, die sie jetzt als unüberwindliche Beweisthümer für die lebendigen Kräfte ansehen.

§. 39.

Die Summe aller Beweise, die aus der Bewegung elastischer Körper hergenommen sind.

Fast alle Beweise, zum wenigsten die scheinbarsten unter denen, die man für die lebendigen Kräfte von der Bewegung elastischer Körper durch den Stoss entlehnet hat, sind auf folgende Art entsprungen. Man hat die Kraft, die sich in ihnen nach verübtem Stosse befindet, mit der Kraft vor dem Anstosse verglichen. Jene ist grösser befunden worden als diese, wenn man sie nach dem Produkt aus der Masse in die Geschwindigkeit geschätzet hat; allein nur alsdenn zeigte sich eine vollkommene Gleichheit, wenn man anstatt der schlechten Geschwindigkeit das Quadrat derselben setzte. Hieraus haben die Herren Leibnitzianer geschlossen, ein elastischer Körper würde nie vermögend sein, in diejenigen, die er stösst, soviel Bewegung hineinzubringen, als wirklich geschiehet, wenn seine Kraft nur schlechthin, wie seine Geschwindigkeit wäre; denn nach diesem Maasse sei die Ursache immer kleiner als die hervorgebrachte Wirkung.

§. 40.

Die Leibnitzianer widerlegen ihre Schlüsse durch ihre eigenen mechanischen Lehrgebäude.

Dieser Schluss wird durch die Lehrsätze Derjenigen selber, die sich derselben bedienet haben, vollkommen widerleget. Ich will Wren's, Wallis', Huygens' und Anderer mechanische Entdeckungen nicht anführen. Derr Herr Regierungsrath und Freiherr von Wolf soll mein Gewährsmann sein. Man sehe seine Mechanik,

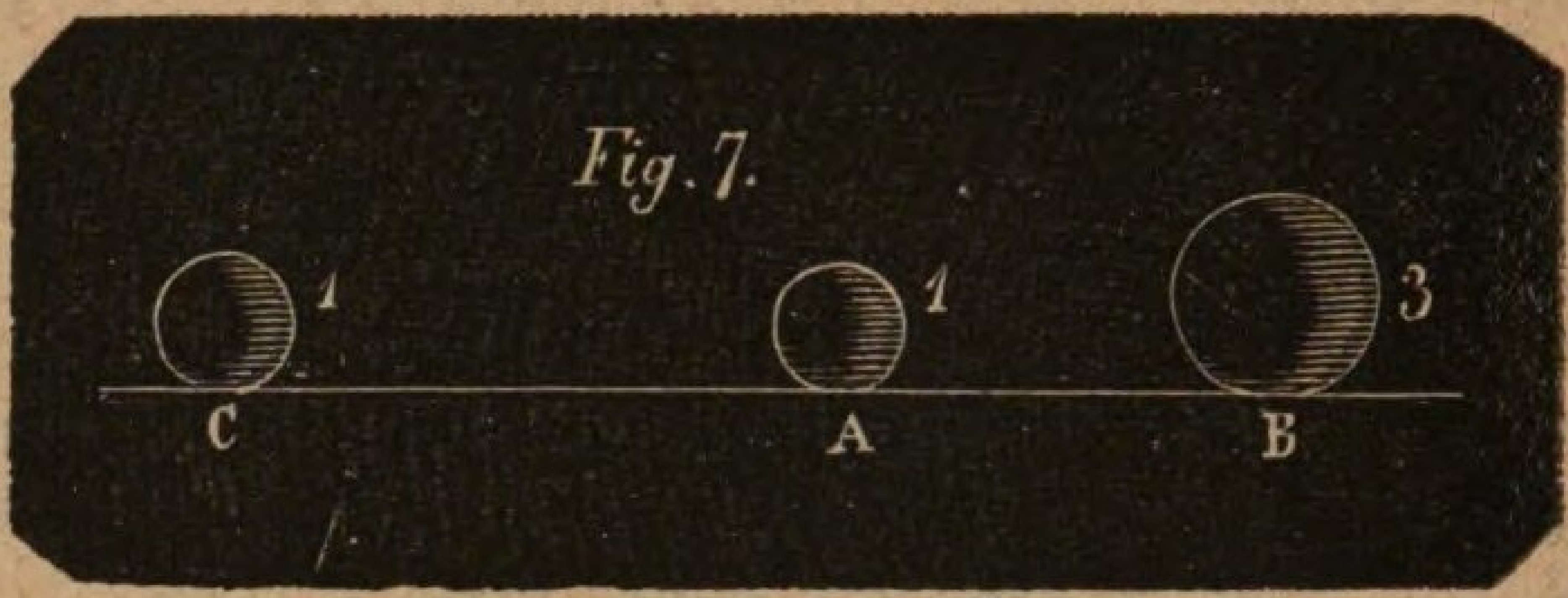
die in Aller Händen ist; man wird darin Beweise finden, die keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die elastischen Körper, dem Gesetze von der Gleichheit der Wirkungen und der Ursache ganz gemäss, alle die Bewegungen anderen Körpern ertheilen, ohne dass man nöthig hat, in ihnen eine andere Kraft, als die blose Geschwindigkeit zu setzen. Ich kann noch dazuthun, dass man die lebendigen Kräfte gar nicht, auch nicht dem Namen nach, kennen darf, ohne dass dieses im Geringsten hinderlich sein sollte, zu erkennen, dass von der Kraft eines federharten Körpers, in dem Anlaufe gegen andere gleichartige, die und die Bewegungen herfliessen werden, die Jedweder aus derselben herleitet. Ist es nicht seltsam, nach einem geometrischen Beweise, darin man die nach der blossen Geschwindigkeit geschätzte Kraft hinlänglich befunden, eine gewisse Grösse der Bewegung in anderen Körpern daraus herzuleiten, ich sage, nach einem solchen Beweise sich noch den Gedanken einkommen zu lassen, dass diese Kraft nicht gross genug dazu sei? Heisst dieses nicht Alles widerrufen, was einmal in aller Strenge orwiesen worden, und das blos wegen einer geringen Anscheinung zum Gegentheil? Ich bitte Diejenigen, die diese Blätter lesen, nur die Mechanik, die ich angeführt habe, hiemit zusammenzuhalten, sie können nichts Anderes, als die grösseste Ueberzeugung fühlen, dass sie gar keinen Begriff von der Schätzung nach dem Quadrate nöthig haben, um in aller Strenge diejenigen Folgen und Bewegungen zu finden, die man den federharten Körpern zuzueignen pflegt. Wir wollen uns also von diesem Fussteige durch alle Verführungen nicht ableiten lassen. Denn was in einem geometrischen Beweise als wahr befunden wird, das wird auch in Ewigkeit wahr bleiben.

§. 41.

Der Fall des Herrn Herrmann von dem Stosse dreier elastischer Körper.

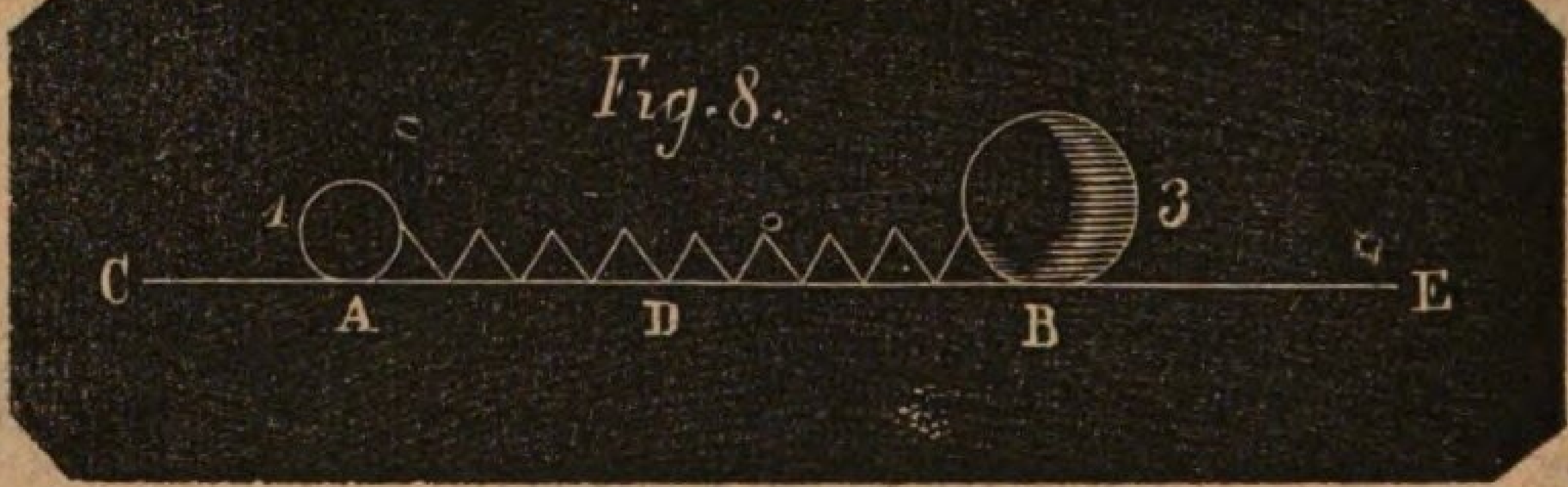
Lasset uns dasjenige in einem besonderen Falle darthun, was wir überhaupt erwiesen haben. Herr

Herrmann lässt in der Abhandlung, die er zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte verfertiget hatte, einen Körper (Fig. 7.) *A*, dessen Masse 1 und die Geschwin-



digkeit 2 ist, auf einer vollkommen glatten Fläche, eine Kugel *B*, die ruhig und deren Masse 3 ist, nachher aber, indem *A* von der Kugel *B* abprellet und mit einem Grade Geschwindigkeit wieder zurückkehret, eine Kugel *C*, die 1 zur Masse hat, stossen. Die Kugel *A* wird der Kugel *B* einen Grad Geschwindigkeit und dem Körper *C* auch einen mittheilen, und alsdenn wird sie sich in Ruhe befinden. Herr Herrmann schliesst hieraus, wenn die Kräfte nur, wie die Geschwindigkeiten wären, so würde *A* vor dem Stosse eine Kraft wie 2 haben, nach dem Stosse aber würde sich in den Körpern *B* und *C* zusammen eine vierfache Kraft befinden, welches ihm ungereimt zu sein scheinet.

Wir wollen untersuchen, wie der Körper *A* mit einer Kraft, wie 2, in die Körper *B* und *C* eine vierfache Kraft ohne ein Wunderwerk hineinbringen könne, oder ohne dass es nöthig sei, die lebendigen Kräfte zu Hülfe zu rufen. Man stelle sich die elastische Kraft des Körpers (Fig. 8) *A*, die durch den Stoss



wirksam wird, durch die Feder *AD*, und die Elasticität der Kugel *B* durch die Feder *DB* vor. Wir wissen

nun aus den ersten Gründen der Mechanik, dass der Körper *A* in die Kugel *B* vermittelst der Federn so lange noch immer neue Drückungen und Kräfte hineinbringe, bis sich *B* und *A* mit gleichen Geschwindigkeiten fortbewegen, welches alsdenn geschiehet, wenn die Geschwindigkeit dieser Körper sich zur Geschwindigkeit der Kugel *A* vor dem Anlaufe verhält, wie die Masse *A* zur Summe beider Massen *A* und *B* zusammen; d. i. in dem gegenwärtigen Falle, wenn sie sich mit 1/2 Geschwindigkeit in der Richtung *BE* fortbewegen. Niemand leugnet es, dass hierin noch die Wirkung der nach der Geschwindigkeit geschätzten Kraft proportional befunden werde. Allein lasset uns auch untersuchen, was denn mit den Federn *AD* und *BD* geschehe, indem der Körper *A* vermittelst ihrer in die Kugel *B* wirket. Weil die Feder *AD* in dem Punkte *D* ebenso viel Kraft gegen die Feder *DB* anwenden muss, als diese dem Körper *B* eindrücken soll, die Kugel *B* aber der Wirkung, welche in sie geschiehet, ebenso stark widerstehet, so ist klar, dass die Feder *DB*, durch die Anstrengung der anderen Feder, mit ebendemselben Grade der Kraft werde zusammengedrückt werden, als sie in die Kugel *B* hineinbringet. Ebendesgleichen wird die Kugel *A* ihre Feder *AD* mit ebendemselben Grade zusammendrücken, womit diese im Punkte *D* in die Feder *DB* wirket; weil nämlich diese Feder der Feder *AD* ebenso stark entgegendrücket, als diese in sie wirket, mithin auch ebenso stark, als die Kugel *A* diese seine Feder zusammenzudrücken bemühet ist. Da nun die Kraft, womit die Feder *DB* gespannet wird, dem Widerstande der Kugel *B*, mithin auch der Kraft, welche diese Kugel hiedurch empfängt, gleich ist, die Kraft der Zusammendrückung der Feder *AD* aber jener auch gleich ist, so sind beide so gross, als die Kraft, die der Körper *B* hiebei erhalten hat, d. i. womit er sich mit einer Masse wie 3, und 1/2 Grad Geschwindigkeit beweget. Wenn daher diese beide Federn aufspringen, so giebt die Feder *DB* der Kugel *B* eine Geschwindigkeit, die der vor dem Aufspringen gleich ist, nämlich 1/2; und die Feder *AD* dem Körper *B*, weil er dreimal weniger Masse

hat, als *B*, auch dreimal so viel Geschwindigkeit, nämlich $1 + \frac{1}{2}$ Grad; denn wenn die Kräfte gleich sind, so sind die Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniss der Massen, *per hypothesin.* Also hat die Kugel *B* von dem Anlaufe des Körpers *A*, und hernach auch von dem Aufspringen ihrer Feder, zusammen 1 Grad Geschwindigkeit in der Richtung *BE*. Die Kugel *A* aber, weil die Geschwindigkeit $\frac{1}{2}$, die in ihr nach dem Anlaufe in der Richtung *AE* noch übrig war, von derjenigen, welche die Aufspringung der Feder in sie nach der Richtung *AC* hineinbrachte, muss abgezogen werden, empfängt auch einen Grad Geschwindigkeit, womit sie sich in der Richtung *AC* fortbeweget,*) welches gerade der Fall ist, den Herr Herrmann für unmöglich gehalten hat, nach dem Cartesianischen Gesetze zu erklären.

Ich schliesse hieraus: der Körper *A* könne mit 2 Graden Geschwindigkeit, und auch mit 2 Graden Kraft die Wirkung vollkommen ausrichten, die Herr Herrmann ihm abstreiten wollen, und man verletze das Gesetz von der Gleichheit der Ursachen und Wirkungen, wenn man behauptet, er habe 4 Grade Kraft gehabt, und doch nur so viel ausgerichtet, als er mit 2 ausrichten können.

§. 42.

Der Grund des Irrthums in der Schlussrede des Herrn Herrmann.

Wir wollen in dem Schlusse des Herrn Herrmann noch den rechten Punkt der Falschheit aufsuchen, der sich zugleich fast allenthalben findet, wo man nur die elastischen Körper zum Behuf der lebendigen Kräfte hat brauchen wollen. Man hat also geschlossen: die

*) Den Körper *C* mische ich hiebei nicht mit ein; denn weil seine Geschwindigkeit und Masse in nichts von der Masse und Geschwindigkeit der Kugel *B* unterschieden ist, so wird er von Herrn Herrmann ohne Noth anstatt des Körpers *B* eingeschoben.

Kräfte der Körper nach dem Stosse müssen der Kraft vor demselben gleich sein; denn die Wirkungen sind so gross, wie die Ursachen, die sich erschöpfet haben, sie hervorzubringen. Hieraus ersehe ich, dass sie dafür gehalten haben, der Zustand und die Grösse der Kraft, nach geschehenem Stosse, sei einzig und allein eine Wirkung der Kraft, die in dem anlaufenden Körper vor dem Anstosse befindlich war. Dieses ist der Fehltritt, dessen Folgen wir gesehen haben. Denn die Bewegungen, die eigentlich und auf eine vollständige Art von der Kraft des anlaufenden Körpers *A* herrühren, sind nichts mehr, als dass sich *A* und *B* da, wie die Feder zusammengedrückt war, mit $1/2$ Geschwindigkeit beide fortbewegten; die Zusammendrückung der Feder war nicht sowohl eine besondere Wirkung der Kraft, womit *A* gegen *B* fortrückte, als vielmehr eine Folge von der Trägheitskraft beider Körper. Denn *B* konnte die Kraft $1 + 1/2$ nicht erlangen, ohne ebenso stark gegen die drückende Feder *DB* zurückzuwirken, und die Feder *AD* könnte also keine Kraft in *B* hineinbringen, ohne dass der Zustand der Gleichheit des Druckes und Gegendruckes nicht zugleich die Feder *BD* gespannet hätte. Ferner konnte der Körper *A* die Feder *DB* vermittelst seiner Feder *AD* nicht drücken, ohne dass diese eben hiedurch mit einem gleichen Grade der Intensität wäre gespannet worden. Man darf sich darüber nicht wundern, dass auf diese Weise zwei ganz neue Kräfte in die Natur kommen, die vorher in *A* allein nicht befindlich waren.

In dem Augenblicke, darin auch unelastische Körper sich stossen, ist mehr Kraft in der Ausübung, als vor dem Stosse war.

Dieses geschieht wirklich jederzeit, wenn auch ein unelastischer Körper in einen anderen wirket, nur dass in diesem Falle die Folgen dieser neuen Kraft nicht, wie bei federharten Körpern aufbehalten werden, sondern verloren gehen. Denn in dem Augenblicke, darin

A mit der Kraft *x* in *B* wirket, empfängt nicht allein *B* diese Kraft nach der Richtung *Bc*, sondern *B* wirkt zugleich noch mit der Intensität *x* in *A* wieder zurück. Es sind also fürs Erste 2 *x* in der Natur vorhanden; nämlich *x* für den Druck der Kugel *A* gegen *B*, und ebenfalls *x* für den Gegendruck der Kugel *B*; zweitens noch *x*, als die Kraft, die aus *A* in *B* nach der Richtung *Bc* übertritt. Die beiden ersten Gewalten werden in dem Zusammenstosse elastischer Körper angewandt, zwei Federn zu spannen, die hernach, wenn sie aufspringen, den Körpern ihre Kräfte mittheilen. Die elastischen Körper sind daher diejenige Maschinen der Natur, welche angelegt sind, die ganze Grösse der Kraft aufzubehalten, die in dem Augenblicke des Zusammenstosses in der Natur befindlich ist; denn ohne diese würde ein Theil der Kräfte verloren gehen, die der *Conflictus* der Körper in die Welt gebracht hat.

§. 43.

Ich habe in der Auflösung des Herrmann'schen Falles nichts gesagt, was diesem Philosophen im Grunde des Bweises hätte unbekannt sein können; oder was die ansehnlichsten Verfechter der lebendigen Kräfte würden zu leugnen verlangen, wenn es darauf ankäme, dass sie sich deswegen erklären sollten. Herr Herrmann musste nothwendig wissen, wie man die Bewegungen, die in dem Stosse elastischer Körper entsprungen, aus ihrer blossen Geschwindigkeit herleiten könne; denn ohne dieses hätte es ihm unmöglich *a priori* bekannt sein können, dass eine Kugel von einfacher Masse in dem Stosse gegen eine dreifache mit zwei Graden Geschwindigkeit vier Grade Kraft hervorbringe. Ich sage, dieser Fall hätte ihm selber ohne die Art der Auflösung, welche wir gegeben haben, nicht unbekannt sein können; denn Jedermann weiss, dass man in einer mechanischen Untersuchung die Bewegungen, die ein elastischer Körper durch den Stoss hervorbringt, finde, indem man dasjenige zuerst insbesondere suchet, was er ohne seine Federkraft thut, und hernach die Wirkung der Elasticität dazu nimmt, Beides aber nach demje-

nigen bestimmet, was er nach Proportion seiner Masse und seiner schlechten Geschwindigkeit thun kann. Man kann nichts Stärkeres, in der Art der Schlussrede, die man ein *argumentum ad hominem* nennt, gegen den Herrn Herrmann und die Leibnitzianer überhaupt vorbringen. Denn sie müssen entweder bekennen, dass alle Beweise, darin sie bis daher einig gewesen, den Grund von den Bewegungen zu geben, welche in dem Stosse elastischer Körper entspringen, falsch gewesen; oder sie müssen gestehen, dass ein solcher Körper allein mit der der Masse und Geschwindigkeit schlechthin zusammengenommen proportionirten Kraft die Bewegungen hervorgebracht habe, weswegen sie ihn das Quadrat der Geschwindigkeit nöthig zu haben glaubten.[46])

§. 44.

Der Frau von Chastelet ist diese Auflösung unbekannt gewesen.

Ich werde durch den Streit der Frau Marquisin von Chastelet mit dem Herrn von Mairan überführet, dass es nicht überflüssig gewesen sei, jetzo eine ausführliche Entwickelung der Art und Weise, wie die elastischen Körper durch den Stoss eine grössere Quantität der Bewegung in die Welt bringen, als vor dem Stoss darin gewesen, gegeben zu haben. Denn wenn Herr von Mairan saget: „die elastische Kraft sei eine wahre Maschine der Natur etc., dass, wenn man alle Wirkungen des Stosses elastischer Körper besonders betrachten will, indem man dasjenige als positiv summiret, was sie in den beiden entgegengesetzten Richtungen geben, man die neue Kraft, die daraus in der Natur zu entspringen scheinet und sich durch den Stoss äussert, keinesweges der Thätigkeit des stossenden Körpers zuschreiben müsse, als wenn er dieselbe nur in den gestossenen überträge, sondern einer fremden Quelle der Kraft

etc., mit einem Worte, einer gewissen physikalischen Ursache der Elasticität, welche es auch immer sei, deren Wirksamkeit der Stoss nur losgemacht und so zu sagen die Feder ab gedrückt hat" etc.; ich sage, wenn Herr von Mairan dieses saget, so antwortet ihm die Frau von Chastelet: „es sei unnütze, es zu untersuchen, bis der Urheber dieser Meinung sich die Mühe genommen, dasjenige, was er hier behaupten wollen, auf einigen Beweis zu gründen." Ich habe mir die Ehre genommen, mich dieser Mühe anstatt des Herrn von Mairan zu unterziehen, und dieses ist die Rechtfertigung, womit ich meine Weitläuftigkeit in dieser Materie entschuldige.

§. 45.

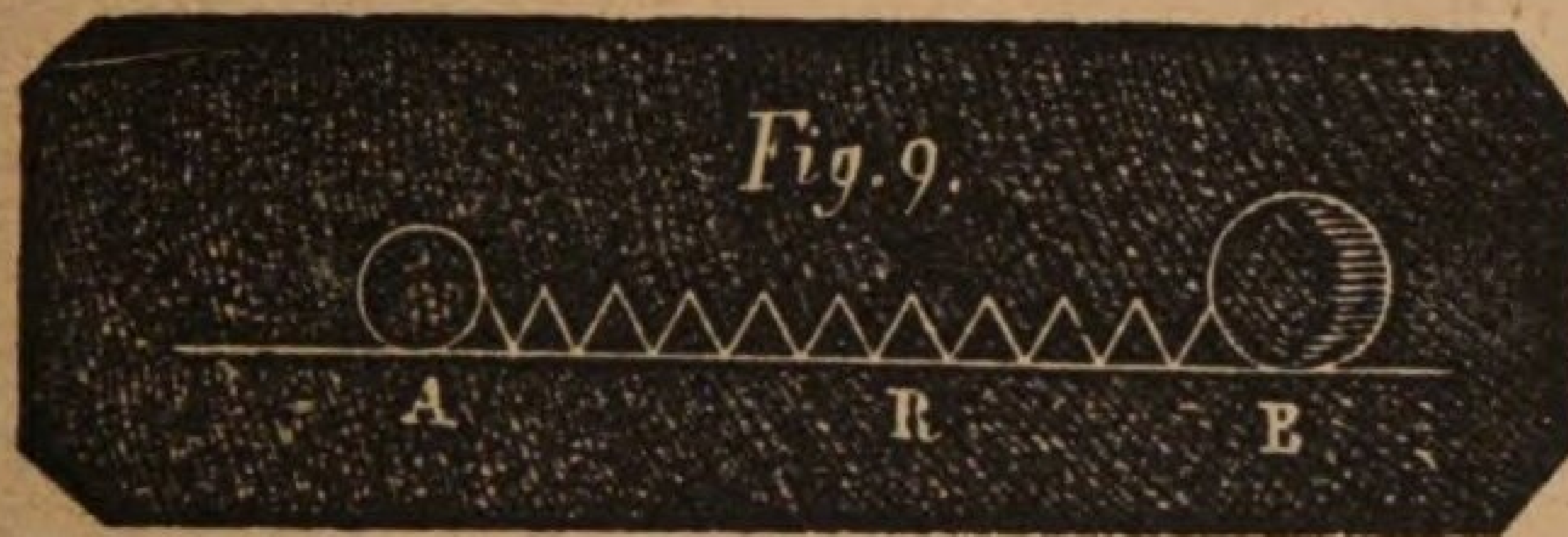
Herrn Jurin's Einwurf von dem Gegenstosse zweier unelastischer und ungleicher Körper.

Es ist den Leibnitzianern durch Herrn Jurin und Andere noch dieser Einwurf gemacht worden, dass zwei unelastische Körper, die sich einander mit solchen Geschwindigkeiten begegnen, welche sich umgekehrt wie ihre Masse verhalten, doch nach dem Stoss in Ruhe verbleiben. Hier sind nun, nach der Lehre von den lebendigen Kräften, zwei Kräfte, die man so ungleich machen kann, als man will, und die sich dennoch einander im Gleichgewicht erhalten.

Des Herrn Bernoulli Widerlegung dieses Einwurfs durch Vergleichung mit der Zudrückung der Federn.

Ich finde in der Frau von Chastelet Naturlehre eine Antwort auf diesen Einwurf, die, wie ich aus der Anführung ersehe, den berühmten Herrn Bernoulli zum Urheber hat. Der Herr Bernoulli ist nicht glücklich gewesen, eine Schutzwehre für seine Meinung ausfindig zu machen, welche seines Namens würdig gewesen wäre. Er sagt, dass die unelastischen Körper in einander durch den Eindruck ihrer Theile ebendieselbe Wirkung thun, als wenn sie eine Feder, die

sich zwischen ihnen befände, zusammendrückten; daher nimmt er eine Feder (Fig. 9.) *R* an, die sich zu



gleicher Zeit auf beide Seiten ausdehnet, und von beiden Seiten Körper von ungleicher Masse treibet. Er beweiset, dass die Geschwindigkeiten, die den Körpern durch diese Feder mitgetheilet werden, in gegenseitiger Verhältniss ihrer Massen sind, und dass also, wenn die Kugeln *A* und *B* mit diesen Geschwindigkeiten zurückkehrten, sie die Feder wieder in den ersten Stand der Zusammendrückung setzen würden. Bis so weit ist Alles richtig und mit den Lehrsätzen der Cartesianer vollkommen übereinstimmend. Allein lasset uns sehen, wie er seinen Schluss verfolget. Die Theile der Feder, indem sie auseinander springt, bewegen sich theils nach der Seite von *A*, theils nach der Seite von *B*, der Punkt der Theilung aber ist in *R*, der die Feder nach der umgekehrten Proportion der Massen *A* und *B* theilet. Es wirket also der Theil *RB* von der Feder *R* in den Körper *B*, dessen Masse 3 ist; hingegen theilet der andere Theil *RA* der Kugel *A*, deren Masse 1 ist, seine Kraft mit. Es verhalten sich aber die Kräfte, welche in diese Körper gebracht werden, wie die Anzahl der Federn, die ihren Druck an sie angewandt haben; folglich sind die Kräfte der Kugeln *A* und *B* ungleich, obgleich ihre Geschwindigkeiten in umgekehrter Proportion ihrer Massen stehen. Wenn nun die Feder *R* sich völlig ausgedehnet hat, und die Körper kämen mit ebendenselben Geschwindigkeiten gegen sie zurück, welche sie ihnen beim Losspringen mitgetheilt hat, so siehet man leicht, dass einer den anderen vermittelst der Zusammendrückung der Feder in Ruhe versetzen würde. Nun sind ihre Kräfte ungleich, folglich erkennet man hieraus, wie es möglich

sei, dass sich zwei Körper mit ungleichen Kräften einander in Ruhe versetzen können. Hievon macht er die Anwendung auf den Zusammenstoss der unelastischen Körper.

§. 46.

Des Herrn Bernoulli Gedanken werden widerlegt.

Ich erkenne in dieser Schlussrede nicht den Herrn Bernoulli, der gewohnt war, seine Beweise in viel vollkommenerer Schärfe zu bilden. Es ist unstreitig gewiss, dass die von einander springende Feder einem von den Körpern *A* und *B* ebenso viel Kraft ertheilen müsse, als wie dem anderen. Denn sie bringet so viel Kraft in die Kugel *A*, als die Intensität gross ist, mit der sie sich gegen die andere Kugel *B* steifet. Wenn .sie sich gar nicht an irgend einen Widerhalt steifete, so würde sie der Kugel *A* gar keine Kraft ertheilen, denn alsdenn würde sie ohne einige Wirkung losspringen. Daher kann diese Feder keine Kraft an *A* anwenden, ohne von der anderen Seite der beweglichen Kugel *B* ebendenselben Grad der Gewalt einzudrücken. Es sind also die Kräfte der Kugeln *A* und *B* einander gleich, und nicht, wie Herr Bernoulli sich fälschlich überredet hat, wie die Länge *AR* zu *RB*.

Man siehet leicht, wie der Irrthum in dem Schlusse des Herrn Bernoulli entsprungen sei. Der Satz, auf den die Leibnitz'sche Partei so sehr dringet, ist die Quelle desselben; nämlich, dass die Kraft eines Körpers sich wie die Anzahl Federn verhalte, die in ihn gewirket haben.*) Wir haben denselben schon oben widerlegt, und der Fall des Herrn Bernoulli bestätiget unseren Gedanken.

*) Die Körper *A* und *B* haben also deswegen gleiche Kräfte, weil die Federn *RA* und *RB* in sie gleich lange gewirket haben, und weil die Theile dieser Federn alle gleich stark gespannet waren.

§. 47.

Der Gedanke des Herrn Bernoulli bestätigt unsere Meinung.

Man kann nicht ohne Vergnügen wahrnehmen, wie vortrefflich diese Erklärung, der man sich zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte hat bedienen wollen, uns zu Waffen dienet, dieselbe vielmehr völlig niederzuschlagen. Denn da es einmal gewiss ist, dass die Feder *R* den Körpern, deren Massen 1 und 3 sind, gleiche Kräfte ertheilet (§. 46), ferner dass die Geschwindigkeit der Kugel, deren Masse 1 ist, dreifach, und die Geschwindigkeit der anderen einfach sei, wie die Leibnitzianer es selber gestehen, so fliessen daraus zwei Folgen, die beide den lebendigen Kräften schnurstracks widerstreiten. Erstlich: dass die Kraft, die ein Körper durch den Druck der Federn erhält, sich nicht wie die Anzahl der Federn verhalte, welche ihn fortgestossen haben, sondern vielmehr wie die Zeit der Wirkung derselben; zweitens: dass ein Körper, der eine einfache Masse und eine dreifache Geschwindigkeit hat, nicht mehr Kraft habe, als ein anderer, der dreimal mehr Masse, aber nur eine einfache Geschwindigkeit besitzt.[47])

§. 48.

Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die beständige Erhaltung einerlei Grösse der Kraft in der Welt.

Bis hieher haben wir gesehen, wie sich Leibnitz's Anhänger des Zusammenstosses elastischer Körper bedienet haben, die lebendige Kraft dadurch zu vertheidigen. Allein die Anwendung derselben war blos mathematisch. Sie haben aber auch einen metaphysischen Grund in diesem Stücke der Phoronomie zum Behuf ihrer Meinung zu finden vermeinet. Herr von Leibnitz ist selbst der Urheber desselben, und sein Ansehen hat ihm kein geringes Gewicht ertheilet.

Er nahm Cartesius' Grundsatz willig an: dass

sich in der Welt immer einerlei Grösse der Kraft erhalte, allein nur einer solchen Kraft, deren Quantität nach dem Quadrate der Geschwindigkeit geschätzt werden muss. Er zeigte, dass das alte Maass der Kraft diese schöne Regel nicht verstatte. Denn wenn man dasselbe annimmt, so vermindere oder vermehre sich die Kraft in der Natur unaufhörlich, nachdem die Stellung der Körper gegen einander verändert wird. Leibnitz glaubte, es sei der Macht und Weisheit Gottes unanständig, dass er genöthiget sein sollte, die Bewegung, die er seinem Werke mitgetheilet, ohne Unterlass wieder zu erneuern, wie Herr Newton sich einbildete, und dieses trieb ihn an, ein Gesetz zu suchen, wodurch er dieser Schwierigkeit abhelfen könnte.

§. 49.

Erste Auflösung dieses Einwurfs.

Weil wir in dem Vorigen erwiesen haben, dass die lebendigen Kräfte, in der Art, wie sie von ihren Vertheidigern selber gebraucht werden, nämlich im mathematischen Verstande, nirgend Platz finden können, so rettet sich hier die Macht und Weisheit Gottes schon selber durch die Betrachtung der gänzlichen Unmöglichkeit der Sache. Wir können uns allemal hinter diese Schutzwehre verbergen, wenn wir etwa in einer anderen Art der Antwort auf diesen Einwurf den Kürzeren ziehen sollten. Denn wenn es gleich nach dem Gesetze der Bewegung, welches wir behauptet haben, nothwendig wäre, dass der Weltbau, nach einer allmählichen Erschöpfung seiner Kräfte, endlich völlig in Unordnung geriethe, so kann dieser Streich die Macht und Weisheit Gottes dennoch nicht treffen. Denn man kann es dieser nimmer verdenken, dass sie nicht ein Gesetz in die Welt gebracht hat, wovon wir wissen, dass es absolut unmöglich sei und daher auf keine Weise statthaben könne.

§. 50.

Zweite Antwort auf gedachten Einwurf.

Allein man erhole sich nur. Wir sind noch nicht gezwungen, eine so verzweifelte Ausflucht zu ergreifen. Dies würde heissen den Knoten abhauen, wir wollen ihn aber lieber auflösen.

Wenn die Leibnitzianer es zur Erhaltung der Weltmaschine für unumgänglich nöthig halten, dass die Kraft der Körper der Schätzung nach dem Quadrat unterworfen sei, so können wir ihnen diese kleine Forderung zugestehen. Alles, was ich bis daher erwiesen habe und noch bis zum Beschlusse dieses Hauptstückes zu erweisen gedenke, geht nur dahin, sie zu überzeugen: dass weder in einer abstracten Betrachtung, noch in der Natur die Kraft der Körper auf eine solche Art, wie die Leibnitzianer es thun, nämlich mathematisch erwogen, eine Schätzung nach dem Quadrat geben werde. Ich habe aber deswegen noch nicht den lebendigen Kräften gänzlich abgesagt. In dem dritten Hauptstücke dieser Abhandlung werde ich darthun, dass in der Natur wirklich diejenigen Kräfte zu finden sind, deren Maass das Quadrat ihrer Geschwindigkeit ist; nur mit der Einschränkung, dass man sie auf die Art, wie man es bis daher angefangen hat, niemals entdecken werde; dass sie sich vor dieser Gattung der Betrachtung (nämlich der mathematischen) auf ewig verbergen werden, und dass nichts, wie irgend eine metaphysische Untersuchung, oder etwa eine besondere Art von Erfahrungen selbige uns bekannt machen können. Wir bestreiten also nicht eigentlich die Sache selbst, sondern den *modum cognoscendi.*

Demnach sind wir mit den Leibnitzianern in der Hauptsache einig, wir könnten es also vielleicht auch in den Folgerungen derselben werden.

§. 51.

Die Quelle des Leibnitz'schen Schlusses von Erhaltung ebenderselben Grösse der Kraft.

Es gründet sich aber der Einwurf des Herrn von Leibnitz auf einer falschen Voraussetzung, die seit langer Zeit in die Weltweisheit schon viel Unbequemlichkeit hineingebracht hat. Es ist nämlich zu einem Grundsatze in der Naturlehre geworden, dass keine Bewegung in der Natur entstehe, als vermittelst einer Materie, die auch in wirklicher Bewegung ist; und dass also die Bewegung, die in einem Theile der Welt verloren gegangen, durch nichts Anderes, als entweder durch eine andere wirkliche Bewegung, oder die unmittelbare Hand Gottes könne hergestellet werden. Dieser Satz hat Denenjenigen jederzeit viel Ungelegenheit gemacht, die demselben Beifall gegeben haben. Sie sind genöthiget worden, ihre Einbildungskraft mit künstlich ersonnenen Wirbeln müde zu machen, eine Hypothese auf die andere zu bauen, und anstatt dass sie uns endlich zu einem solchen Plan des Weltgebäudes führen sollten, der einfach und begreiflich genug ist, um die zusammengesetzten Erscheinungen der Natur daraus herzuleiten, so verwirren sie uns mit unendlich viel seltsamen Bewegungen, die viel wunderbarer und unbegreiflicher sind, als Alles dasjenige ist, zu dessen Erklärung selbige angewandt werden sollen.

Wie man dieser Schwierigkeit abhelfen könne.

Herr Hamberger hat, so viel ich weiss, zuerst Mittel dargeboten, diesem Uebel abzuhelfen. Sein Gedanke ist schön, denn er ist einfach und also auch der Natur gemäss. Er zeiget (aber noch in einem sehr unvollkommenen Risse), wie ein Körper eine wirkliche Bewegung durch eine Materie empfangen könne, die doch selber nur in Ruhe ist. Dieses beuget unzähligen

Abwegen, ja öfters sogar Wunderwerken vor, die mit der entgegengesetzen Meinung vergesellschaftet sind. Es ist wahr, der Grund dieses Gedankens ist metaphysisch und also auch nicht nach dem Geschmacke der jetzigen Naturlehrer; allein es ist zugleich augenscheinlich, dass die allerersten Quellen von den Wirkungen der Natur durchaus ein Vorwurf der Metaphysik sein müssen. Dem Herrn Hamberger ist sein Vorsatz nicht gelungen, der Welt einen neuen Weg anzuweisen, der kürzer und bequemlicher ist, uns zur Erkenntniss der Natur zu führen. Dieses Feld ist ungebaut geblieben; man hat sich von dem alten Wege noch nicht losreissen können, um sich auf den neuen zu wagen. Ist es nicht wunderbar, das man sich einem unermesslichen Meere von Ausschweifungen und willkürlichen Erdichtungen der Einbildungskraft anvertrauet, und dagegen die Mittel nicht achtet, die einfach und begreiflich, aber eben daher auch die natürlichen sind? Allein dieses ist schon die gemeine Seuche des menschlichen Verstandes. Man wird noch sehr lange von diesem Strome hingerissen werden. Man wird sich an der Betrachtung belustigen, die verwickelt und künstlich ist und wobei der Verstand seine eigene Stärke wahrnimmt. Man wird eine Physik haben, die von vortrefflichen Proben der Scharfsinnigkeit und der Erfindungskraft voll ist, allein keinen Plan der Natur selbst und ihrer Wirkungen. Aber endlich wird doch diejenige Meinung die Oberhand behalten, welche die Natur, wie sie ist, das ist einfach und ohne unendliche Umwege schildert. Der Weg der Natur ist nur ein einziger Weg. Man muss daher erst unzählig viel Abwege versucht haben, ehe man auf denjenigen gelangen kann, welcher der wahre ist.

Die Leibnitzianer sollten mehr, als Andere, die Meinung des Herrn Hamberger ergreifen. Denn sie sind es, welche behaupten, dass ein todter Druck, der sich in dem Körper, welchem er mitgetheilt worden, erhält, ohne dass ihn eine unüberwindliche Hinderniss wieder vernichtet, zu einer wirklichen Bewegung erwachse. Sie werden also nicht leugnen können, dass ein Körper, der sich an die Theile einer Flüssigkeit,

die ihn umgiebt, nach einer Richtung mehr anhängt, als nach der anderen, alsdenn eine wirkliche Bewegung erhalte, wenn diese Flüssigkeit von der Art ist, dass sie ihm seine Kraft durch ihren Widerstand nicht wieder vernichtet. Dieses muss sie von demjenigen überzeugen, was ich jetzt behaupte, nämlich dass ein Körper eine wirkliche Bewegung von einer Materie empfangen könne, welche selber in Ruhe ist.

Entscheidung des Einwurfs, den der Herr von Leibnitz machet.

Wie werden wir also dem Streiche ausweichen, den der Herr von Leibnitz dem Cartesianischen Gesetze durch die Betrachtung der Weisheit Gottes beibringen wollen? Es kommt Alles darauf an, dass ein Körper eine wirkliche Bewegung erhalten könne, auch durch die Wirkung einer Materie, welche in Ruhe ist. Hierauf gründe ich mich. Die allerersten Bewegungen in diesem Weltgebäude sind nicht durch die Kraft einer bewegten Materie hervorgebracht worden; denn sonst würden sie nicht die ersten sein. Sie sind aber auch nicht durch unmittelbare Gewalt Gottes, oder irgend einer Intelligenz verursachet worden, so lange es noch möglich ist, dass sie durch Wirkung einer Materie, welche im Ruhestande ist, haben entstehen können; denn Gott ersparet sich so viele Wirkungen, als er ohne den Nachtheil der Weltmaschine thun kann, hingegen macht er die Natur so thätig und wirksam, als es nur möglich ist. Ist nun die Bewegung durch die Kraft einer an sich todten und unbewegten Materie in die Welt zu allererst hineingebracht worden, so wird sie sich auch durch dieselbe erhalten und, wo sie eingebüsset hat, wieder herstellen können. Man müsste also eine grosse Lust zum Zweifeln haben, wenn man noch ferner Bedenken tragen wollte, zu glauben, dass das Weltgebäude keinen Abbruch erleiden dürfe, wenn gleich in dem Stosse der Körper gewisse Kräfte verloren gingen, welche vorher darin waren.

§. 52.

Nach Leibnitz's Gesetze ist die Kraft in dem Anstosse eines kleinen elastischen Körpers gegen einen grösseren vor und nach dem Stosse gleich.

Ich erhole mich wieder von einer Ausschweifung, die mich von der Hauptsache, darin ich verwickelt bin, etwas entfernet hat. Ich habe schon angemerkt, dass die Verfechter der lebendigen Kräfte sich insbesondere mit derjenigen Beobachtung sehr viel dünken lassen, dadurch sie befunden haben, dass, wenn die Kraft der Körper nach dem Gesetze des Herrn von Leibnitz geschätzet wird, sich in dem Anlaufe elastischer Körper vor und nach dem Stosse allemal einerlei Grösse der Kraft befände. Dieser Gedanke, der auf eine so wundersame Art den lebendigen Kräften geneigt zu sein scheinet, soll uns vielmehr behülflich werden, dieselben niederzuschlagen. Lasst uns folgendergestalt schliessen: dasjenige Gesetz, nach welchem, in dem Anlaufe eines kleineren elastischen Körpers gegen einen grösseren, nach dem Stosse nicht mehr Kraft befunden wird, als vor demselben, ist falsch. Nun ist Leibnitz's Gesetz von der Art. *Ergo etc.*

§. 53.

Die angeführte Beobachtung der Leibnitzianer ist den lebendigen Kräften gänzlich entgegen.

Unter den Vordersätzen dieser Schlussrede ist nur der *major* zu erweisen. Wir wollen dieses auf folgende Weise bewerkstelligen. Indem die Kugel *A* (Fig. 8.) gegen eine grössere *B* anläuft, so empfängt in dem Augenblicke, darin *A* den Stoss ausübet und die Feder zudrückt, die wir die Elasticität nennen, der Körper *B* nicht mehr Kraft, als er durch seine Träg-

heitskraft in A vernichtet, und der Körper A im Gegentheil verlieret nicht mehr von seiner Kraft durch den Widerstand der Masse B, der sich mittelst der Intensität der Feder, die er spannet, in ihn fortpflanzet, als er in eben diese Kugel hineinbringt. Wenn man dieses leugnen wollte, so würde auch nicht mehr gewiss sein, dass die in einen Körper übertragene Wirkung mit seiner Gegenwirkung gleich sei. Es ist also die Feder gespannet, und in beiden Körpern zusammengenommen ist ebendieselbe Kraft vorhanden, die vorher in der Kugel A allein befindlich war. Wenn diese Federn der beiderseitigen Elasticität nun losspringen, so dehnen sie sich gegen beide Kugeln gleich stark aus. Nun ist es klar, dass, wenn A noch nach verübter Zudrückung der Federn in der Richtung AE eine so grosse Kraft besässe, als die ist, womit nun die ihm zugehörige Feder aufspringet, so würde die Aufspringung dieser Feder ebenso viel Kraft der Kugel A benehmen können, als auf der anderen Seite die Feder DB in B hineinbringt; und also würde freilich, nachdem Alles vollbracht ist, in den Körpern A und B sowohl durch den Stoss, als durch die Elasticität keine Kraft mehr befindlich sein, als vorher in A allein war. Allein es ist vergeblich, dieses vorauszusetzen. Wenn der Stoss geschehen und die Feder eben zugedrückt ist, so hat A ebenso viel Geschwindigkeit, als B, nach der Richtung AE, aber weniger Masse, also auch weniger Kraft, als die Feder in ihrer Losspringung ausübet; denn diese hat eine Kraft der Spannung, die so gross ist, als die Kraft der Kugel B. Hieraus folget, dass die Elasticität nicht so viel von der Kraft, die in A befindlich ist, rauben kann, als sie dem Körper B mittheilet. Denn A hat nicht so viel Kraft, folglich kann sie ihm auch nieht genommen werden. Demnach muss durch die Wirkung der Elasticität in B ein neuer Grad Kraft hinzukommen, ohne dass dafür ebenso viel auf der anderen Seite abginge; ja es erzeuget sich sogar noch dazu ebenfalls in A eine neue Kraft. Denn da die Elasticität nichts mehr von Kraft fand, was sie in A vernichten konnte, so setzte die Kugel sich derselben mit nichts, als der Trägheits-

kraft entgegen, und empfing den Grad der Gewalt, den die Feder über die Kraft der Kugel *A* noch in sich hatte, um damit gegen *C* zurückzukehren.

Es ist also klar, dass in dem Falle, da ein kleiner federharter Körper gegen einen grösseren anläuft, nach dem Stosse mehr Kraft vorhanden sein müsse, als vor demselben. Nun würde man das Gegentheil setzen müssen, nämlich, dass nach dem Stosse nur ebendieselbe Grösse der Kraft sich finde, als vor demselben, wenn Leibnitz's Kräftemaass wahr wäre. Also müssen wir entweder dieses Gesetz leugnen, oder aller der Ueberzeugung absagen, die uns in diesem Paragraph dargethan worden.

§. 54.

Das Vorige erhellet noch deutlicher, wenn man den Fall nimmt, darin ein grösserer elastischer Körper einen kleineren stösset.

Wir werden von der Richtigkeit desjenigen, was jetzo gesagt worden, vollkommen überführet werden, wenn wir den vorigen Fall umkehren und annehmen, dass die Kugel *B* (Fig. 8.) von grösserer Masse gegen die kleinere *A* anläuft. Denn hier verlieret erstlich die Kugel *B* durch den Stoss gegen *A* nicht mehr, auch nicht weniger Kraft, als sie eben hierdurch in *A* erzeuget (wenn wir nämlich dasjenige allein erwägen, was vorgehet, bevor die Elasticität sich hervorthut). Also ist, ehe die Federkraft ihre Wirkung thut, die Kraft in diesen Körpern weder vermehret, noch kleiner geworden. Nun ist die Federkraft mit demjenigen Grade gespannet, womit der Körper *A* gegen *C* fortrückt, also ist ihre Intensität kleiner, als die Kraft, die in *B* nach der Richtung *BC* übrig ist, sie wird sie also, wenn sie aufspringt, niemals erschöpfen, wenn sie gleich ihre ganze Gewalt anwendet. Und wenn nun also die Feder, die in dem Stosse gespannet worden,

aufspringt, so wird sie zwar in den Körper *A* eine neue Kraft bringen, allein sie wird auch ebenso viel in *B* vernichten, als sie jener Kugel mittheilet. Also wird auch durch die Federkraft die ganze Kraft nicht grösser werden, weil allemal von der anderen Seite ebenso viel geraubet wird, auf der einen hinein kommt.

Wir sehen hieraus, dass einzig und allein in dem Falle, da ein grösserer Körper einen von kleinerer Masse stösst, einerlei Grad Kraft in dem Stosse aufbehalten werde; und dass in allen anderen Fällen, wo die Elasticität nicht an der einen Seite so viel Kraft zu vernichten findet, als sie an der anderen erzeuget, jederzeit die Kraft nach dem Stosse grösser werde, als vor demselben; welches das Leibnitz'sche Gesetz zerstöret. Denn in demselben bleibt in allen nur möglichen Fällen immer ebendieselbe Grösse der Kraft in der Natur, ohne einigen Abgang oder Vermehrung.

§. 55.

Die Berechnung bestätigt es, dass in dem Falle, dass ein grösserer Körper einen kleineren stösst, nach dem Cartesianischen Gesetze ebendieselbe Grösse der Kraft verbleibe.

Die Leibnitzianer sollten uns also, wenn sie könnten, einen Fall vorlegen, da ein grösserer elastischer Körper einen kleineren anstösst, und der der Schätzung des Cartesius widerstritte; so würde Niemand dagegen was aussetzen können. Denn nur einzig und allein ein solcher Fall würde entscheidend und ohne Ausnahme sein; weil man in demselben nach dem Stosse gewiss immer die ganze Grösse der Kraft vor demselben antrifft. Allein niemalen hat sich irgend ein Vertheidiger der lebendigen Kräfte gewaget, in dieser Art des Stosses das Cartesianische Gesetz anzugreifen; denn er würde nothwendig ohne Mühe wahrgenommen haben, dass die mechanischen Regeln mit der Cartesianischen

Schätzung hier ganz wohl übereinstimmen. Man nehme z. E. an, dass die Masse der Körper *B* dreifach, und *A* einfach sei, und dass *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit gegen *A* anlaufe. Man argumentire alsdenn nach der bekannten phoronomischen Regel: wie der Unterschied der Massen *A* und *B* zur Summe derselben, so verhält sich die Geschwindigkeit der Kugel *B* nach dem Stosse zur Geschwindigkeit vor demselben. Sie hat also 2 Grade; ferner wie 2 *B*: *A* + *B*, so ist die Geschwindigkeit der Kugel *A* nach dem Stosse zur Geschwindigkeit, die in *B* vor demselben war. *A* erlangt also 6 Grade Geschwindigkeit. Mithin ist nach Gartesianischer Schätzung die Kraft nach dem *Conflictu* beiden Körpern zusammen 12; vor demselben war sie aber auch 12. Und das ist es, was man verlanget hat.

§. 56.

Die Kraft, womit der kleinere Körper von den grösseren abprallt, hat das Zeichen minus.

Wenn man die Quantität einer Kraft messen will, so muss man sie in ihren Wirkungen verfolgen. Man muss aber diejenigen Phänomena vorhero davon absondern, die mit den Wirkungen zwar verbunden sind, aber keine eigentliche Folge der Kraft sind, die da geschätzet werden soll.

Wenn nun ein elastischer Körper einen anderen von grösserer Masse anstösst, so wissen wir aus den Gesetzen der Bewegung, dass der kleinere mit einem gewissen Grade Kraft nach dem Schlage zurückkehre. Wir haben auch aus den letzten *Paragraphis* gelernet, dass diese Kraft, womit der kleinere Körper von dem grösseren abprallet, dem Ueberschusse derjenigen Kraft gleich sei, den die Anstrengung der lebendig gemachten Elasticität über die Kraft des Körpers *A* hat, womit dieser, ehe die Federkräfte beider Kugeln wirksam wurden, mit der Kugel *B* zusammen nach der Richtung *AE* fortrückte. Nun war (nach demjenigen, was vorher erwiesen worden), so lange die Elasticität noch

in dem Körper *A* eine Kraft antraf, die nach *AD* gerichtet war, welche sie nach ebendemselben Maasse vernichten konnte, als sie in die Kugel *B* Kraft hineinbrachte, ich sage, so lange war nichts in beiden Körpern zusammengenommen, was nicht ganz genau dieselbe Quantität der Kraft in sich enthielte, die vorher in *A*, als der Ursache, allein vorhanden gewesen; folglich war so lange der Zustand beider Körper als eine rechtmässige Wirkung der Kraft, die *A* vor dem Anstosse hatte, anzusehen. Denn die Wirkung ist jederzeit weder grösser noch kleiner, als die Ursache. Wir wissen aber ferner, dass, wenn die Federkraft schon alle Kraft vernichtet hat, die in *A* nach der Richtung *AE* noch übrig war, sie in beide Körper *A* und *B* neue Kräfte hineinbringe, welche über diejenigen also hinzukommen, welche die genuine und vollständige Wirkung der Kugel *A* ausmachten. Wir werden also diese aus der Bewegung beider Kugeln auf die Weise wieder herausziehen können: wenn wir dem Körper *A* die Kraft nehmen, mit der er nach dem Schlage zurückkehret, und auch eben so viel von der Kraft abziehen, welche die Kugel *B* erlanget hat. Hieraus ist leicht zu ersehen: dass die Kraft, womit eine kleine elastische Kugel von einer grösseren, an welche sie anläuft, abprallet, von einer verneinenden Art sei und das Zeichen *minus* vor sich habe. Wenn z. E. eine Kugel *A* mit 2 Graden Geschwindigkeit gegen eine von dreifacher Masse *B* anläuft, so prallet sie nach dem Stosse mit einem Grade Geschwindigkeit ab, und giebt der Kugel *B* auch einen Grad. Die Kraft nun, womit *A* nach dem Stosse zurückkehret, kann man nicht zu der Kraft der Kugel *B* hinzuthun, wenn man die ganze Grösse der Wirkung haben will, welche *A* verübet hat. Nein, sie muss sowohl dem Körper *A* weggenommen, als auch von der Kraft, die in *B* ist, abgezogen werden. Der Ueberrest, welcher 2 ist, wird die ganz vollständige Wirkung sein, die durch die Kraft der Kugel *A* vollzogen worden. Also hat eine Kugel, die 2 zur Masse und 1 zur Geschwindigkeit hat, eben die Kraft, als eine andere, welche eine ein-

fache Masse und eine zwiefache Geschwindigkeit besitzet.

§. 57.

Die Frau von Chastelet hatte hierüber zur Unzeit gescherzet.

Es hat also der erleuchteten Frau Marquisin von Chastelet gegen den Herrn von Mairan zur Unzeit gefallen, scherzhaft zu sein. Sie antwortet ihm auf eben die Beobachtung, die wir jetzo angeführt haben: sie glaubte, er würde nicht leichtlich einen Versuch machen, und sich auf dem Wege eines Körpers befinden wollen, der, mit dem Zeichen *minus* bemerket, mit 500 oder 1000 Graden Kraft zurückschlüge. Ich glaube es auch; und ich würde mich sehr betrügen, wenn ich besorgte, dass Herr von Mairan sich einlassen würde, die Wahrheit auf diese Weise auszumachen. Allein die Sache kommt nicht darauf an, dass die Kraft, welche mit dem Zeichen *minus* bemerket worden, nicht eine wirkliche Kraft sei, wie die Frau Marquisin daraus zu schliessen scheinet. Der Herr von Mairan hat dieses ohne Zweifel hiemit nicht sagen wollen. Sie ist in der That eine wirkliche Kraft, und würde auch Wirkungen ausüben, wenn man sie auf die Probe stellen wollte. Nur dieses wird hiedurch angedeutet, dass sowohl diese Kraft, als auch ein Theil in der Kraft der Kugel *B*, welcher ihr gleich ist, nicht zu der vollständigen Wirkung der Kugel *A* könne gerechnet werden; sondern dass man sie vielmehr so ansehen müsse, als wenn sie in *A* gar nicht vorhanden wäre, und dagegen noch von *B* abgezogen würde, und dass die nach diesem übrigbleibende Kraft alsdenn allererst die vollständige Wirkung der Kraft, die vor dem Anlaufe war, eigentlich darbiete. Wenn man aber eine Grösse so ansiehet, so gilt sie in der Summirung weniger, wie nichts, und erfordert das verneinende Zeichen.

§. 58.

Die Leibnitzianer fliehen vor der Untersuchung der lebendigen Kräfte durch den Stoss unelastischer Körper.

Nun werden meine Leser vermuthen, auch aus der Lehre von der Bewegung unelastischer Körper durch den Stoss gewisse Beweise angeführt zu finden, deren die Anhänger der Leibnitz'schen Schätzung sich bedienet hätten, die lebendigen Kräfte zu vertheidigen. Allein sie betrügen sich. Diese Herren finden die Bewegungen von der Art nicht für gar zu vortheilhaft für ihre Meinung; sie suchen sie also von dieser Untersuchung gänzlich auszuschliessen. Dies ist eine Krankheit, woran Diejenigen ordentlicher Weise darnieder liegen, die in der Erkenntniss der Wahrheiten Unternehmungen machen. Sie schliessen, so zu sagen, die Augen bei demjenigen zu, was dem Satze, den sie sich in den Kopf gesetzt haben, zu widerstreiten scheinet. Eine kleine Ausflucht, eine frostige und matte Ausrede ist fähig, ihnen genug zu thun, wenn es darauf ankommt, eine Schwierigkeit wegzuschaffen, die der Meinung, für die sie eingenommen sind, hinderlich ist. Man hätte uns in der Philosophie viel Fehler ersparen können, wenn man in diesem Stücke sich hätte einigen Zwang anthun wollen. Wenn man auf dem Wege ist, alle Gründe herbeizuziehen, welche der Verstand zu Bestätigung einer Meinung, die man sich vorgesetzet hat, darbietet, so sollte man mit eben der Aufmerksamkeit und Anstrengung sich bemühen, das Gegentheil auf allerlei Arten von Beweisen zu gründen, die sich nur irgend hervorthun, ebensowohl, als man für eine beliebte Meinung immer thun kann. Man sollte nichts verachten, was dem Gegensatze im Geringsten vortheilhaft zu sein scheinet, und es in der Vertheidigung derselben aufs Höchste treiben. In einem solchen Gleichgewichte des Verstandes würde öfters eine Meinung verworfen werden, die sonsten ohnfehlbar

wäre angenommen worden, und die Wahrheit, wenn sie sich endlich hervorthäte, würde sich in einem desto grösseren Lichte der Ueberzeugung darstellen.

§. 59.

Der Stoss unelastischer Körper ist in Absicht auf die lebendigen Kräfte entscheidender, als der Stoss der elastischen.

Es ist den Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon öfters eingeschärft worden, dass die Bewegungen unelastischer Körper durch den Stoss viel geschickter sind, es auszumachen, ob die lebendigen Kräfte statthaben oder nicht, als die Bewegung der elastischen. Denn in diesen mischet sich die Federkraft immer mit ein und macht die Verwirrungen unendlich, da hingegen jener ihre Bewegung durch nichts, als die Wirkung und Gegenwirkung allein bestimmet wird. Es ist kein Zweifel, dass die Leibnitzianer sich durch die Deutlichkeit dieses Gedankens würden überzeugen lassen, wenn er nur nicht das ganze Gebäude der lebendigen Kräfte umkehrte.

§. 60.

Die Ausflucht der Leibnitzianer in Absicht auf den Einwurf, der ihnen von dem Stosse unelastischer Körper gemacht wird.

Sie sind daher genöthiget worden, zu einer Ausnahme ihre Zuflucht zu nehmen, welche vielleicht die schlechteste ist, der man sich jemals bedienet hat. Sie behaupten nämlich, dass sich stets in dem Stosse unelastischer Körper ein Theil der Kraft verliere, indem derselbe angewandt wird, die Theile des Körpers einzudrücken. Daher gehet die Hälfte der Kraft, die ein

unelastischer Körper hat, verloren, wenn er an einen anderen von gleicher Masse, der in Ruhe ist, anstösst, und verzehrt sich bei dem Eindrücken der Theile.

§. 61.

Der Ursprung dieses irrigen Gedankens.

Dieser Gedanke hat mehr wie eine schlimme Seite. Wir wollen einige derselben betrachten.

Es kann uns gleich beim ersten Anblicke nicht schwer werden, die Quelle dieses Irrthums wahrzunehmen. Man weiss es theils durch die Erfahrung, theils durch die Gründe der Naturlehre, dass ein harter Körper, der im Stosse seine Figur nur sehr wenig oder gar nicht ändert, allemal elastisch sei, und dass im Gegentheil die Theile unelastischer Körper so zusammengefügt sind, dass sie beim Stosse weichen und eingedrückt werden. Diese Eigenschaften hat die Natur gemeiniglich zusammen verbunden; allein in einer mathematischen Betrachtung sind wir nicht genöthiget, sie zusammen zu nehmen.

Die Anhänger der lebendigen Kräfte haben sich hiemit verwirret. Sie bilden sich ein, weil in der Natur ein unelastischer Körper gemeiniglich einen solchen Bau hat, dass seine Theile beim Stosse weichen und eingedrückt werden, so können die Regeln, die eine pur mathematische Betrachtung der Bewegung solcher Körper darbietet, ohne diese Eigenschaft auch nicht bestehen. Dies ist der Ursprung derjenigen Schwierigkeit, die wir §. 60 gesehen, und die ganz ohne Grund ist, wie wir jetzt lernen werden.

§. 62.

Erste Antwort auf die Ausnahme der Leibnitzianer.

In der Mathematik verstehet man unter der Federkraft eines Körpers nichts Anderes, als diejenige

Eigenschaft, durch die er einen anderen Körper, der an ihn anläuft, mit ebendemselben Grade der Kraft wieder zurückstösst, mit welcher dieser an ihn angelaufen war. Daher ist ein unelastischer Körper ein solcher, der diese Eigenschaft nicht hat.

Die Mathematik bekümmert sich nicht um die Art und Weise, wie sich die Eigenschaft in der Natur hervorthut. Es ist und bleibt bei ihr gänzlich unbestimmt, ob die Elasticität aus der Aenderung der Figur und einer plötzlichen Herstellung derselben herfliesse, oder ob eine verborgene Entelechie, eine *qualitas occulta*, oder Gott weiss, was noch sonst für eine Ursache mehr die Quelle derselben sei. Wenn man in den Mechaniken die Elasticität so beschrieben findet, dass sie aus der Eindrückung und Zurückspringung der Theile eines Körpers entstehe, so merke man, dass die Mathematiker, die sich dieser Erklärung bedienen, sich in dasjenige mengen, was sie nicht angeht, was zu ihrer Absicht nichts thut, und was eigentlich ein Vorwurf der Naturlehre ist.

Wenn demnach die Betrachtung eines unelastischen Körpers in der Mathematik nichts weiter voraussetzet, als nur dass er in sich keine Kraft habe, einen Körper, der an ihn stösst, wieder zurückzuprellen, und wenn diese einzige Bestimmung dasjenige ist, worauf das ganze Hauptstück der Bewegung unelastischer Körper gebauet ist, so ist es ungereimt, zu behaupten, dass die Regeln dieser Bewegungen deswegen so beschaffen sind, weil die Eindrückung der Theile der sich stossenden Körper solche und keine anderen Gesetze zulasse. Denn in den Grundsätzen, daraus man diese Gesetze gezogen, findet man keine Spur von dem Eindrücken der Theile. Alle Begriffe, worauf man dieselben gebauet hat, sind so unbestimmt in Absicht auf diese Einschränkung, dass man unter die unelastischen Körper, ohne jenen Eintrag zu thun, ebensowohl diejenigen zählen kann, die in dem Stosse ihre Figur nicht ändern, als die, welche eine Zusammendrückung ihrer Theile erdulden. Hat man nun in der Construction dieser Gesetze gar nicht auf diese Eindrückung Acht gehabt, um die Regeln der Bewegung derselben

gemäss einzurichten, oder auch nicht einmal solche Begriffe zum Grunde gelegt, welche diese Eindrückung mit einschliessen, so ist es ja sehr seltsam, auf diese die Schuld davon zu schieben, dass gedachte Gesetze so beschaffen seien, wie sie wirklich sind.

§. 63.

Zweite Antwort: Weil man einen Körper unelastisch nennen kann, wenn er gleich vollkommen hart ist.

Wir haben gesagt, dass in der Betrachtung, welche uns die Mathematik von der Bewegung unelastischer Körper darbietet, man diese auch als vollkommen hart ansehen könne, als wenn ihre Theile durch den Stoss nicht eingedrückt würden. Die Natur bietet uns auch Exempel dar, dass nicht eben derjenige Körper allemal unelastischer sei, dessen Theile mehr weichen, als die Theile eines anderen, sondern dass öfters ein Körper, dessen Theile durch den Stoss in Vergleichung gegen einen anderen fast gar nicht eingedrückt werden, doch weniger elastisch sei, als ein anderer, dessen Theile leichter weichen. Denn man lasse eine hölzerne Kugel auf das Pflaster niederfallen, sie wird bei weitem nicht so hoch zurückspringen, als eine ausgestopfte, die doch sehr viel eingedrückt werden kann, und gegen welche zu rechnen, jene ungemein hart genannt werden kann. Hieraus sehen wir, dass der Körper sogar in der Natur nicht deswegen unelastisch sei, weil seine Theile eingedrückt werden, sondern nur deswegen, weil sie sich nicht mit eben dem Grade der Kraft wieder herstellen, mit welchem sie eingedrückt worden. Also können wir auch Körper setzen, deren Theile in dem Stosse unendlich wenig weichen, die aber zugleich so beschaffen sind, dass sie sich auch von dieser unendlich kleinen Zusammendrückung nicht wieder herstellen, oder wo sie es thun, doch nur lange nicht mit dem Grade der Geschwindigkeit, womit sie eingedrückt worden. Wie etwa eine hölzerne Kugel thun würde,

wenn man kleine Dinge mit grossen vergleichen darf. Dergleichen Körper, von denen ich rede, würden vollkommen hart,*) aber doch unelastisch sein. Man würde sie also von den Gesetzen des Stosses unelastischer Körper nicht ausnehmen können, und ihre Theile würden dennoch nicht eingedrückt werden. Wie würde hier die Ausnahme der Herren Leibnitzianer bestehen?

§. 64.

Dritte Antwort: Das Eindrücken der Theile ist kein Grund, weswegen in dem Stosse unelastischer Körper ein Theil der Kraft sollte verloren gehen.

Wir können den Leibnitzianern noch ihre Voraussetzung schenken, dass die unelastischen Körper immer eine Eindrückung ihrer Theile erleiden, und es soll uns doch nichts schaden. Ein Körper thut in einen anderen beweglichen, dessen Theile er durch den Stoss eindrückt, ebendieselbe Wirkung, die er etwa ausüben würde, wenn sich zwischen beiden eine Feder befände, welche er durch den Anlauf zusammendrückte. Ich kann mich dieses Gedankens frei bedienen, weil er nicht allein plan und überzeugend ist, sondern weil er auch von einem grossen Schutzgotte der lebendigen Kräfte, dem Herrn Bernoulli, in ebendemselben Falle gebrauchet worden.

Wenn nun eine Kugel A (Fig. 9.) gegen eine andere B bewegt wird und die Feder R im Anlauf zudrücket, so, sage ich, treten alle die kleinen Grade der Kraft, welche angewandt werden, die Federn zusammenzudrücken, in die Masse des Körpers B über, und häufen sich so lange, bis sie in gedachten Körper B die ganze Kraft hineingebracht haben, womit die Feder ist zugedrückt worden. Denn der Körper A

*) Denn ein Körper, der nur unendlich wenig sich eindrücken lässt, kann ohne einen Irrthum vollkommen hart genannt werden.

verlieret keinen einzigen Grad der Kraft, und die Feder wird auch nicht um den geringsten Theil zugedrückt, als nur insofern sie sich an den Körper *B* steifet. Sie steifet sich aber mit ebenderselben Gewalt gegen diese Kugel, mit welcher sie nach dieser Seite aufspringen würde, wenn die Kugel plötzlich wiche, das ist, mit der Kraft, womit *A* sie von der anderen Seite zugedrückt, und welche dieser Körper in ihrer Zusammendrückung aufwendet und verzehret. Nun ist es augenscheinlich, dass ebenderselbe Grad der Kraft, mit der die Feder sich gegen *B* auszudehnen bemühet ist, und dem die Trägheitskraft der Kugel *B* widerstehet, in dieselbe Kugel hineinkommen müsse. Also empfängt *B* die ganze Kraft, sich nach der Richtung *BE* zu bewegen, welche in *A* verzehret ist, indem er die Feder *R* zusammendrücket.

Die Anwendung ist leicht zu machen. Denn die Feder *R* deutet die unelastischen Theile der Kugeln *A* und *B* an, die durch den Stoss eingedrückt werden. Es verzehret also der Körper *A*, indem er in seinem Stosse gegen *B* von beiden Seiten die Theile eindrücket, nichts von seiner Kraft bei diesem Eindrucke, was nicht der Körper *B* überkommt, und womit er sich nach dem Stosse beweget. Es gehet also kein Theil verloren, noch viel weniger ein so grosser Theil, als die Leibnitzianer fälschlich vorgeben.

§. 65.

Vierte Antwort: Von der Proportion der Härte unelastischer Körper, und dem Grade der Kraft des Anlaufs, der bei der Ausnahme der Leibnitzianer bestimmt sein müsse.

Ich werde müde, alle Unrichtigkeiten und Widersprechungen auszukramen, die in dieser Schwierigkeit begriffen sind, welche die Leibnitzianer uns in der Sache von dem Stosse unelastischer Körper haben

machen wollen. Die einzige, die ich noch anführen will, könnte allein genug sein, sie unnütze zu machen.

Wenn man gleich unseren Gegnern alles Uebrige verstattete, so kann man ihnen doch die Kühnheit nicht verzeihen, die in der Forderung stecket, dass sich in dem Stosse unelastischer Körper nicht mehr, auch nicht weniger, sondern nur gerade so viel von der Kraft durch das Eindrücken der Theile verzehren solle, als sie es selber in jedem Falle nach ihrer Schätzung finden. Es ist eine Verwegenheit, die unmöglich zu verdauen ist, dass man uns ohne allen Beweis zu glauben aufdringen will: ein Körper müsse in einem Stosse gegen einen gleichen gerade die Hälfte, in dem Stosse gegen einen dreifachen gerade ³/₄ der Kraft etc. durch den Eindruck der Theile verlieren, ohne dass man uns einen Grund angeben kann, woher denn eben genau so viel und nicht mehr oder weniger darauf gehe; denn gesetzt, dass der Begriff eines unelastischen Körpers nothwendig einigen Verlust der Kraft beim Eindrücken erfordert, so weiss ich doch nicht, woraus man denn schliessen wollte, dass diese Abwesenheit der Elasticität erfordere, dass gerade so viel und nicht weniger Kraft verzehret werden müsse. Die Leibnitzianer können doch nicht leugnen, dass, je geringer die Festigkeit der Masse der unelastischen Körper in Vergleichung mit der Kraft des anlaufenden ist, desto stärker werde sich die Kraft beim Eindrücken der Theile verzehren, je härter aber beide Körper seien, um desto weniger müsse sich von derselben verlieren; denn wenn sie vollkommen hart wären, so würde kein Verlust der Kraft stattfinden. Es wird also eine gewisse bestimmte Verhältniss der Härte zweener gleicher und unelastischer Körper dazu erfordert, wenn in dem Stosse gerade die Hälfte von der Kraft des anlaufenden verzehret und vernichtet werden soll. Und ohne diese Proportion würde mehr oder weniger herauskommen, nachdem man die sich stossenden Körper weicher oder härter machte. Nun ist in den Regeln der Bewegung unelastischer Körper, wider welche die Leibnitzianer eine Ausnahme suchen, der Grad der Festigkeit, und noch vielmehr die Proportion derselben

zur Stärke des Anlaufs, gänzlich undeterminirt; folglich lässt sich aus denselben gar nicht verstehen, ob ein Eindruck der Theile geschehe, ob sich hiedurch eine Kraft verzehren, und wie viel von derselben verloren gehen werde; am allerwenigsten aber bieten sie einigen Grund dar, daraus sich verstehen liesse, dass in dem Anstosse einer Kugel an eine andere von gleicher Schwere gerade die Hälfte der Kraft verloren gehe. Denn dieses geschiehet nicht ohne eine gewisse, ganz genau bestimmte Verhältniss unter der Härte dieser Körper und der Gewalt des Anstosses. Da nun keine solche Bestimmung in den Grundsätzen anzutreffen ist, daraus die Gesetze des Stosses unelastischer Körper hergeleitet werden, die irgend einen Grund eines bestimmten Verlustes der Kraft in sich enthielte, so ist die Ursache, weswegen diese Regeln so und nicht anders beschaffen sind, nicht in die Eindrückung der Theile zu setzen, die gerade so viel Kraft in jedem Falle verlustig macht, als die Leibnitzianer für gut befinden aufzuheben.[48])

Anwendung unserer Schlüsse.

Nachdem nun der Vorwand, durch den sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte dem Schlage entziehen wollen, den ihnen alle Gesetze des Stosses unelastischer Körper beibringen, auf mehr wie eine Art unkräftig befunden worden, so hindert uns nichts ferner, dieselben zu dem Dienste zu gebrauchen, den sie uns allemal sehr vortrefflich leisten werden, nämlich die lebendigen Kräfte aus dem Gebiete der Mathematik hinwegzuränmen, worin sie sich unrechtmässiger Weise eingedrungen haben.

§. 66.

Der Stoss unelastischer Körper hebet die lebendigen Kräfte gänzlich auf.

Es ist aber überflüssig, die Art und Weise hier weitläuftig auseinanderzulegen, wie die Bewegung un-

elastischer Körper die lebendigen Kräfte aufhebe. Ein jedweder Fall, den man nimmt, thut dieses ohne die geringste Ausnahme oder Schwierigkeit. Z. E. wenn ein unelastischer Körper *A* einen anderen gleichartigen und gleich schweren *B*, der in Ruhe ist, anstösst, so bewegen sich beide nach dem Stosse mit $1/2$ Grade der Geschwindigkeit, die vor dem Anstosse war. Es ist also, nach der Leibnitz'schen Schätzungsart, in jedweden nach verübtem Stosse $1/4$ Kraft, und also Alles zusammen $1/2$ Grad der Kraft, da doch vor demselben ein ganzer Grad in der Natur vorhanden gewesen. Es ist also die Hälfte verloren gegangen, ohne eine Wirkung gethan zu haben, welche ihr gleich ist, oder auch ohne einen einzigen Widerstand erlitten zu haben, durch den sie etwa hätte verzehret werden können; welches auch sogar nach dem Geständnisse unserer Gegner eine der grössten Ungereimtheiten ist, die man nur begehen kann.

§. 67.

Allgemeiner Beweis, dass der Zusammenstoss elastischer Körper immer den lebendigen Kräften entgegen sein müsse.

Ich will diesen Abschnitt, darin wir die lebendigen Kräfte durch den Zusammenstoss der Körper widerlegt haben, nicht endigen, ohne vorher eine allgemeine Betrachtung beigefügt zu haben, die Alles in sich begreifet, was man in dieser Art wider die lebendigen Kräfte nur immer wird sagen können. Ich werde in derselben darthun, dass, wenn man gleich den Leibnitzianern ihre Kräfteschätzung schenken wollte, es doch der Natur der Sache ganz entgegen sei, selbige aus dem Zusammenstosse der Körper erweisen zu wollen, und dass diese niemals ein anderes Maass, als die schlechte Geschwindigkeit darbieten würde, oder auch könnte, wenngleich die Schätzung nach dem Quadrat eine ganz wahre und ungezweifelte Sache wäre. Es ist unmöglich, sage ich, dass sie aus dem Zusam-

menstosse der Körper sollte erkannt werden können, sie mag sich auch sonsten in tausend anderen Fällen so offenbar zeigen, als man immer wolle.

§. 68.

Ausführung dieses Beweises.

Mein Beweis beruhet auf Folgendem.

Man ist darinnen eins, dass man sich der Bewegung der Körper durch den Stoss auf keine andere Art zu dem Endzwecke, davon wir reden, bedienen könne, als dass man die Kraft, welche ein bewegter Körper durch den Stoss in andere hineinbringt, wie die Wirkung ansieht, mit der man die Quantität der Ursache abmessen muss, die sich erschöpfet hat, sie hervorzubringen. Das ist; man muss die Grösse der Ursache in den Wirkungen aufsuchen, welche eine Folge derselben sind. Es versteht sich also schon von selbsten, dass man sich hiebei insbesondere darin wohl vorzusehen habe, dass man in den gestossenen Körpern nur diejenige Kraft nimmt, welche wirklich nichts Anderes ist, als die durch den Anlauf des anderen Körpers unmittelbar hervorgebrachte Wirkung; denn sonst ist das ganze Maass, was man gesucht hat, betrüglich und unnütze. Es ist aber augenscheinlich, dass unmittelbar nach dem Augenblicke, darin der stossende Körper in dem gestossenen seine Wirkung verübt hat, alle Kraft, die sich alsdenn in diesem befindet, eine ungezweifelte Wirkung des Stosses sei. Daher muss man sich nothwendig derselben und keiner anderen bedienen, um sie zum Maasse der Kraft, die der anlaufende Körper in Hervorbringung derselben aufgewandt hat, zu machen. Nun hat ein Körper, der seine Bewegung durch den Anstoss eines anderen überkommt, sofort nach dem Augenblicke, darin der Stoss die Kraft in ihn hineingebracht hat, und wenn er also sich von der Berührung des anstossenden noch nicht eine endliche Weite hat entfernen können, zwar schon alle die Kraft, die

dieser ihm hat mittheilen können, allein noch keine wirkliche Bewegung, weil man ihm keine Zeit dazu gelassen hat, sondern nur eine blosse Bemühung zu derselben, mithin eine Kraft, die da todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maasse hat. Also hat sich die Kraft, die in dem stossenden Körper befindlich war, erschöpfet, um in dem anderen eine Kraft zu erwecken, deren ganz genaue Schätzung niemals etwas Anderes, als die blosse Geschwindigkeit sein kann, wenn man auch gleich durch eine Hypothese in dem stossenden eine setzen wollte, die, ich will nicht sagen, das Quadrat, sondern gar den Würfel, das Quadratoquadrat, und wer weiss was für Potenzen der Geschwindigkeit mehr zum Maasse hätte.

Nun wäre es eine Ungereimtheit, die das Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und der Ursache gänzlich umkehren würde, wenn man setzen wollte, dass eine Kraft, die die Schätzung nach dem Quadrat erfordert, eine andere hervorzubringen aufgewandt wäre, die nach der Geschwindigkeit allein geschätzet würde. Denn weil jene unendlichemal grösser wie diese ist, so würde es ebensoviel sein, als wenn man sagen wollte, der ganze Inhalt eines Quadrats wäre angewandt worden, eine Linie und zwar eine endliche Linie hervorzubringen. Daher ist es klar, dass alle Gesetze sowohl elastischer als unelastischer Körper niemals einen Beweis einer anderen Schätzung, als der schlechten Geschwindigkeit darbieten werden, und dass sie schon ihrer Natur nach den lebendigen Kräften allemal müssen entgegen sein, man mag gleich alle seine Erfindungskraft erschöpfen, Fälle zu erdenken, die das Ansehen haben, ihnen geneigt zu sein.

§. 69.

Weil im vorigen Paragraph Alles darauf ankommt, dass man nur diejenige Kraft des fortgestossenen Körpers zum Maasse der Kraft des anlaufenden annimmt, welche unmittelbar nach dem Augenblicke der mitge-

theilten Wirkung in jenem anzutreffen ist, und eben da er sich von der Berührung des anstossenden losmachet, allein dennoch, noch ehe diese Bewegung schon wirklich geschehen ist, so zweifle ich nicht, dass dieses der Punkt sein werde, dawider die Herren, die ich jetzo die Ehre habe, meine Gegner zu heissen, am meisten sich empören werden; ich wollte, dass ich so glücklich wäre, ihnen mit Folgendem zuvorzukommen.

Fortgesetzter Beweis, dass man in dem Stoss der Körper nichts, wie die Anfangsgeschwindigkeit des gestossenen zu erwägen habe.

Entweder ist die Kraft, die der gestossene Körper hat, den Augenblick zuvor, ehe er sich von dem stossenden entfernet, derjenigen Kraft gleich, die er hat, nachdem er sich schon wirklich beweget und von demselben entwichen ist, oder sie ist ihr nicht gleich. Ist das Erste, so bedarf es nicht einmal meiner Einschränkung, sondern man kann die Kraft des gestossenen Körpers nehmen, in welchem Augenblicke der Bewegung man will, man wird sie aber allenthalben der Geschwindigkeit schlechthin gemäss finden,*) weil sie derjenigen gleich ist, die er hatte, ehe seine Bewegung wirklich war. Ist sie ihr nicht gleich, so will man ohnfehlbar hiemit so viel sagen, dass die Kraft, die in dem gestossenen Körper befindlich ist, nachdem er sich schon von dem anstossenden entfernet hat, grösser sei, als sie in der Berührung war. Wenn aber dieses ist, so gestehe ich, dass dieses eben die Ursache sei, weswegen ich mich derselben nicht bedienen könne, um die Kraft des Anlaufs darnach zu schätzen. Denn wenn in dem gestossenen Körper, da er sich von dem

*) Denn so lange die Bewegung des gestossenen Körpers noch nicht wirklich geworden ist (so lange er nämlich sich von dem stossenden noch nicht entfernet hat), so lange ist seine Kraft, selber nach dem Geständnisse der Leibnitzianer, noch todt.

anlaufendem nach dem Stosse schon entfernt hat, ein Grad Kraft mehr ist, als wie in ihm war, so lange er diesen noch berührte, so ist dieser neue Grad Kraft auch keine Wirkung des anlaufenden Körpers; denn die Körper wirken nur so lange in einander, als sie sich berühren; sondern der erstere ist es allein. Daher kann man jene auch am füglichsten dazu brauchen, diejenige Kraft zu messen, die sich verzehrt hat, um sie hervorzubringen. 49)

§. 70.

Wir haben die Schwierigkeiten glücklich überstiegen, die der Zusammenstoss der Körper dem alten Gesetze des Cartesius hätte machen können. Ich bilde mir ein, dass ich jetzo kühnlich sagen könne, dass die Partei des Herrn von Leibnitz ihm von dieser Seite nichts abgewinnen werde. Wir wollen uns bemühen, dass wir uns von den übrigen dieses auch rühmen können.

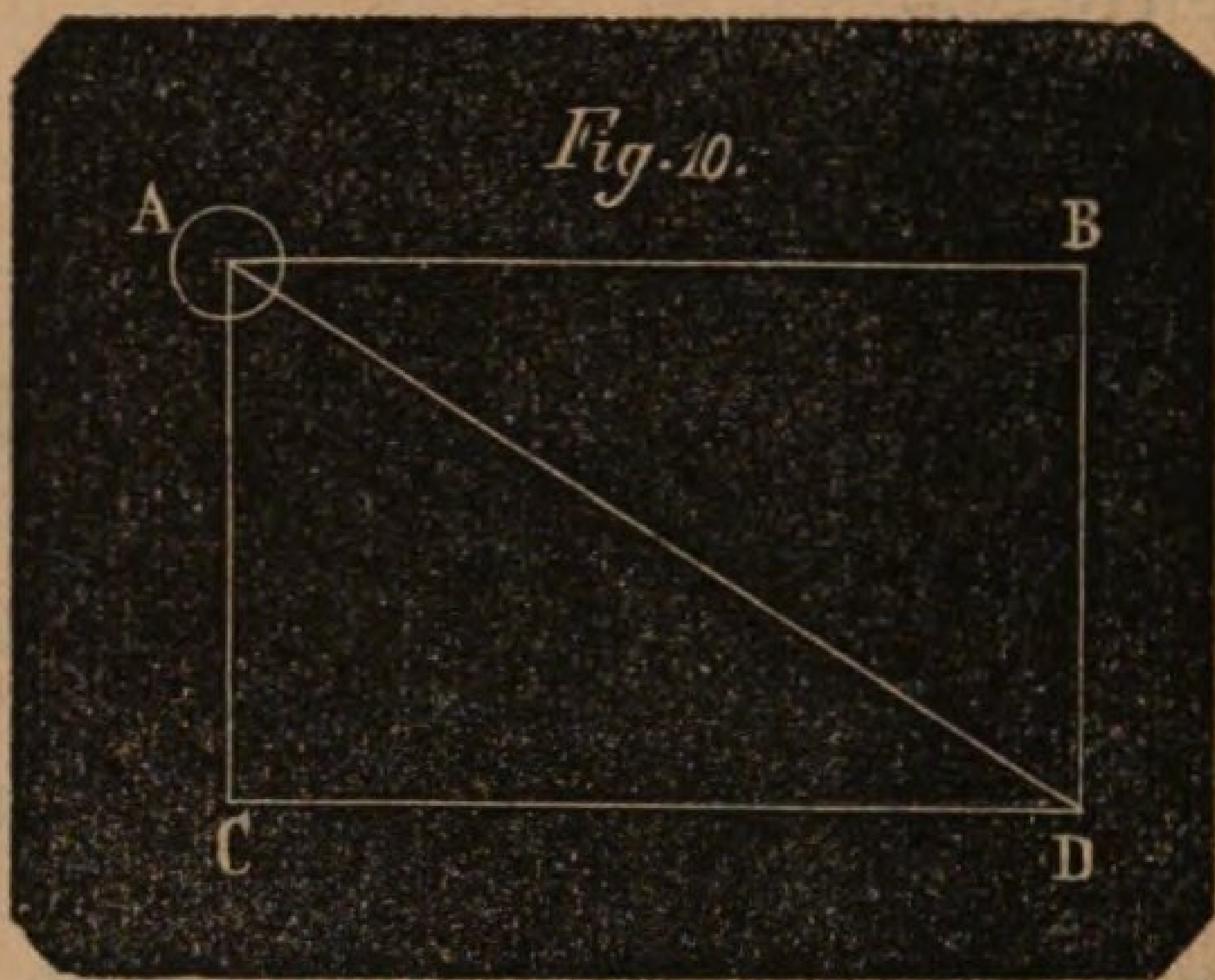
§. 71.

Von der Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die Zusammensetzung der Bewegung.

Lasset uns jetzt diejenigen Fälle in Erwägung ziehen, welche die Vertheidiger der lebendigen Kräfte von den zusammengesetzten Bewegungen der Körper zur Befestigung ihrer Schätzung entlehnet haben. Gleichwie eine schlimme Sache jederzeit das Merkmal an sich hat, dass sie sich gerne hinter dunkle und verwickelte Fälle verstecket, so hat auch die Partei der lebendigen Kräfte sich die Verwirrung zu Nutze machen wollen, in die man leichtlich bei der Betrachtung der zusammengesetzten Bewegungen gerathen kann. Wir wollen uns bemühen, ihr die Decke der Dunkelheit abzuziehen, die den lebendigen Kräften bis daher einzig und allein geneigt gewesen. Herr Bülfinger

hat sich um diese Art der Beweise am meisten verdient gemacht, und seine Gedanken sollen daher die ersten sein, die wir auf die Probe stellen wollen.

Wir finden seine Abhandlung in dem ersten Bande des *Commentarii Petropolitani.* Der Satz, der seinem ganzen Gebäude zum Grunde liegt, ist folgender. Ein Körper *A* (Fig. 10.), der zwei Bewegungen zu gleicher



Zeit empfängt, eine nach der Richtung *AB* mit der Geschwindigkeit *AB*, und eine andere nach einer Richtung, welche mit der vorigen senkrecht verbunden ist, mit der Geschwindigkeit *AC*, bewegt sich die Diagonallinie dieses rechtwinklichten Parallelogramms in eben der Zeit hindurch, darin er eine jedwede von den Seiten insbesondere durchlaufen würde. Es sind aber die nach den Seiten des Parallelogramms gerichteten Kräfte einander nicht entgegengesetzt, mithin kann die eine der anderen auch nichts entziehen, und also wird die Kraft, die der Körper hat, wenn er beiden nachgiebt, nämlich wenn er sich in der Diagonallinie beweget, den Kräften nach den Seiten zusammengenommen gleich sein. Nun würde dieses nach Cartesius' Schätzung nicht stattfinden. Denn die Diagonallinie *AD* ist immer kleiner, wie die zwei Seiten *AB* und *AC* zusammengenommen; allein auch in allen anderen möglichen Schätzungen würde die Kraft, die der Körper mit der Geschwindigkeit *AD* hat, der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *AB* und *AC* nie-

malen gleich sein, als nur in dem einzigen Falle, da dieselben nach den Quadraten ihrer Geschwindigkeit geschätzt werden. Hieraus schliesst Herr Bülfinger, die Kraft eines Körpers, der in wirklicher Bewegung ist, könne durch nichts Anderes, als mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit abgemessen werden.

§. 72.

In welchem Verstande der Bülfinger'sche Beweis richtig sei.

Herr Bülfinger hat in seinem Beweise nicht gänzlich geirret. Seine Schlüsse sind im Grunde der Sache vollkommen richtig, allein die Anwendung derselben ist eigentlich nur fehlerhaft, und hat das Merkmal eines übereilten Urtheils an sich.

Wenn man die Bewegung, die der Körper nach der Seite *AC* (Fig. 10.) hat, so ansiehet, wie gewöhnlich ist, nämlich dass der Körper mit derselben bemühet ist, die Fläche *CD* perpendicular zu stossen, so ist gewiss, dass die andere Seitenbewegung in der Linie *AB* derselben in dieser Absicht gar nicht entgegengesetzet sei, weil sie mit der Fläche *CD* parallel läuft, folglich den Körper weder zu derselben hinzu, noch von ihr abziehet. Eben desgleichen wird die Seitenbewegung *AC* der Bewegung in der anderen Seite *AB* in Absicht auf die Wirkung, die der Körper mit ihr gegen die Fläche *BD* zu thun bemühet ist, gar nicht entgegen sein, weil sie mit dieser Fläche gleichfalls parallel läuft. Was folget aber hieraus? Nichts weiter, als dass der Körper, wenn er diesen beiden Seitenbewegungen zugleich nachgiebt, und die Diagonallinie durchläuft, gegen die Flächen *CD* und *BD* eben die Wirkungen auf einmal ausüben werde, als er in abgesonderter Bewegung durch die Seiten würde gethan haben. Der Körper hat also in der Bewegung durch die Diagonallinie in Absicht auf die beiden Flächen *CD* und *BD* eine Kraft

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

in sich, die der Summe beider Kräfte nach den Seiten gleich ist. Allein diese Gleichheit ist in ihm nur unter dieser Bedingung, die ich gesagt habe, anzutreffen.

§. 73.

Herr Bülfinger hat über den Sinn der Streitfrage hinausgeschlossen.

Herr Bülfinger band sich nicht an diese Bedingung, ohngeachtet er sich dazu durch die Natur seines Beweises hätte genöthiget finden sollen. Er schloss geradezu: also hat der Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie eine Kraft in sich, die der Summe beider Seitenkräfte gleich ist.

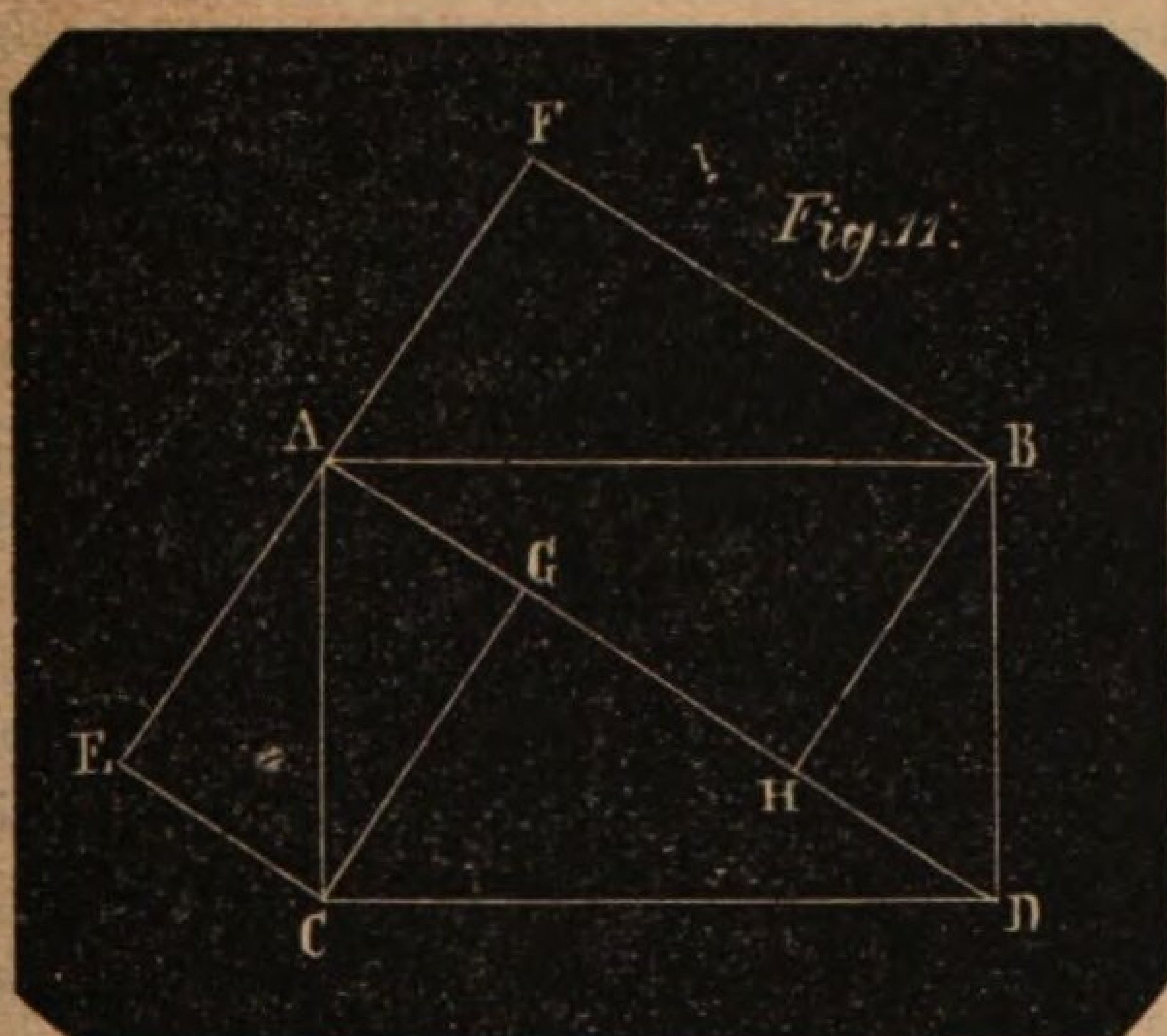
Dieser so uneingeschränkt vorgebrachte Satz nimmt ordentlicher Weise eine Bedeutung an, die von dem Sinne der Schlussfolge in dem Bülfinger'schen Beweise weit entfernet ist. Denn wenn man sagt: ein Körper, der diese oder jene Geschwindigkeit besitzet, hat diese oder jene Kraft in sich, so verstehet man darunter die Kraft, die er in der geraden Richtung seiner Bewegungen und auf einen Gegenstand, den er perpendicular anstösset, ausüben würde. Man muss also, wenn auf eine so eingeschränkte Weise die Rede von der Kraft eines Körpers ist, ihre Grösse in keiner anderen Bedeutung, als in dieser, zu bestimmen suchen, sonst glaubt man, der Körper habe in der geraden Richtung seiner Bewegung eine gewisse Kraft in sich, die er doch nur zur Seite bei einer gewissen Lage des Gegenstandes, den er anstösst, ausüben kann. Herr Bülfinger, der dieses aus der Acht gelassen hat, ist hiedurch der Beschuldigung einer *fallaciae ignorationis elenchi* ausgesetzet worden. Denn er hat den Sinn der Streitfrage verlassen, und anstatt, dass er hätte beweisen sollen: der Körper werde in der Bewegung durch die Diagonallinie einen Gegenstand, der der Richtung dieser seiner Bewegung perpendicular entgegengesetzt ist, mit einer Kraft

stossen, die der Summe der Kräfte, womit er durch die abgesonderten Seitenbewegungen die ihm unterliegenden Flächen anstossen würde, gleich ist; so bewies er, dass derselbe das Aggregat dieser Kräfte zwar ausübe, aber nur gegen die zwei Seitenflächen *CD* und *BD*, und nicht gegen die, seiner Bewegung gerade entgegengesetzte Perpendicularfläche.

§. 74.

Ebenderselbe Beweis ist in Absicht auf den Punkt, warum gestritten wird, fehlerhaft.

Es kommt also Alles nur darauf an, dass ich beweise, ein in der Diagonallinie *AD* bewegter Körper habe in der geraden Richtung *AD* nicht die Summe der Seitenkräfte zusammen in sich. Ich brauche hiezu nichts weiter, als dass ich eine jedwede von den Seitenbewegungen als zusammengesetzt ansehe, wie die Mathematiker es zu thun gewohnt sind. Die Seitenbewegung *AB* (Fig 11.) sei demnach aus der Bewe-



gung *AF* und *AH*, die Seitenbewegung *AC* im Gegentheil aus den Bewegungen *AE* und *AG* zusammenge-

setzt. Weil nun sowohl die Bewegung *AF*, als auch *AE* einander gerade widerstreiten, mithin, weil sie gleich sind, sich auch aufheben, so sind nur die Bewegung mit der Geschwindigkeit *AH*, und die mit der Geschwindigkeit *AG* übrig, womit der Körper in der Richtung der Diagonallinie fortfähret; und also ist nicht die ganze Kraft der beiden Seitenbewegungen in der Richtung der Diagonallinie vorhanden, sondern es ist in dieser Absicht nur ein Theil von derselben anzutreffen. Ferner, weil die Bewegungen *AF* und *AE* ohnedem mit der Fläche *BH*, die der Körper in der Diagonalbewegung perpendicular anstösst, parallel laufen, mithin keine von beiden dieselbe treffen kann, so siehet man sowohl aus diesem, als dem Vorhergehenden, der Körper werde den, seiner Bewegung durch *AD* senkrecht entgegengesetzten Gegenstand nicht mit der Summe der Kräfte nach den Seiten *AC* und *AB* anstossen.

§. 75.

Schluss hieraus.

Es ist jetzt Alles abgethan. Denn nunmehro wissen wir, dass ein Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie gegen einen senkrecht entgegenstehenden Vorwurf nicht die ganze Summe beider Seitenkräfte ausübe, die der Körper mit jedweder von seinen Seitenbewegungen gegen die ihnen gleichfalls perpendicular entgegengesetzten Flächen, besitzet. Hieraus folget nothwendig: die Kraft sei in der Bewegung durch die Diagonallinie kleiner, als beide Seitenkräfte zusammengenommen; folglich könne die Kraft eines Körpers nicht nach dem Quadrat seiner Geschwindigkeit geschätzet werden; denn in dieser Art der Schätzung würde gedachte Gleichheit nothwendig müssen angetroffen werden, die doch in der That nicht anzutreffen ist.

§. 76.

Aus dem Bülfinger'schen Falle werden die lebendigen Kräfte selber widerleget.

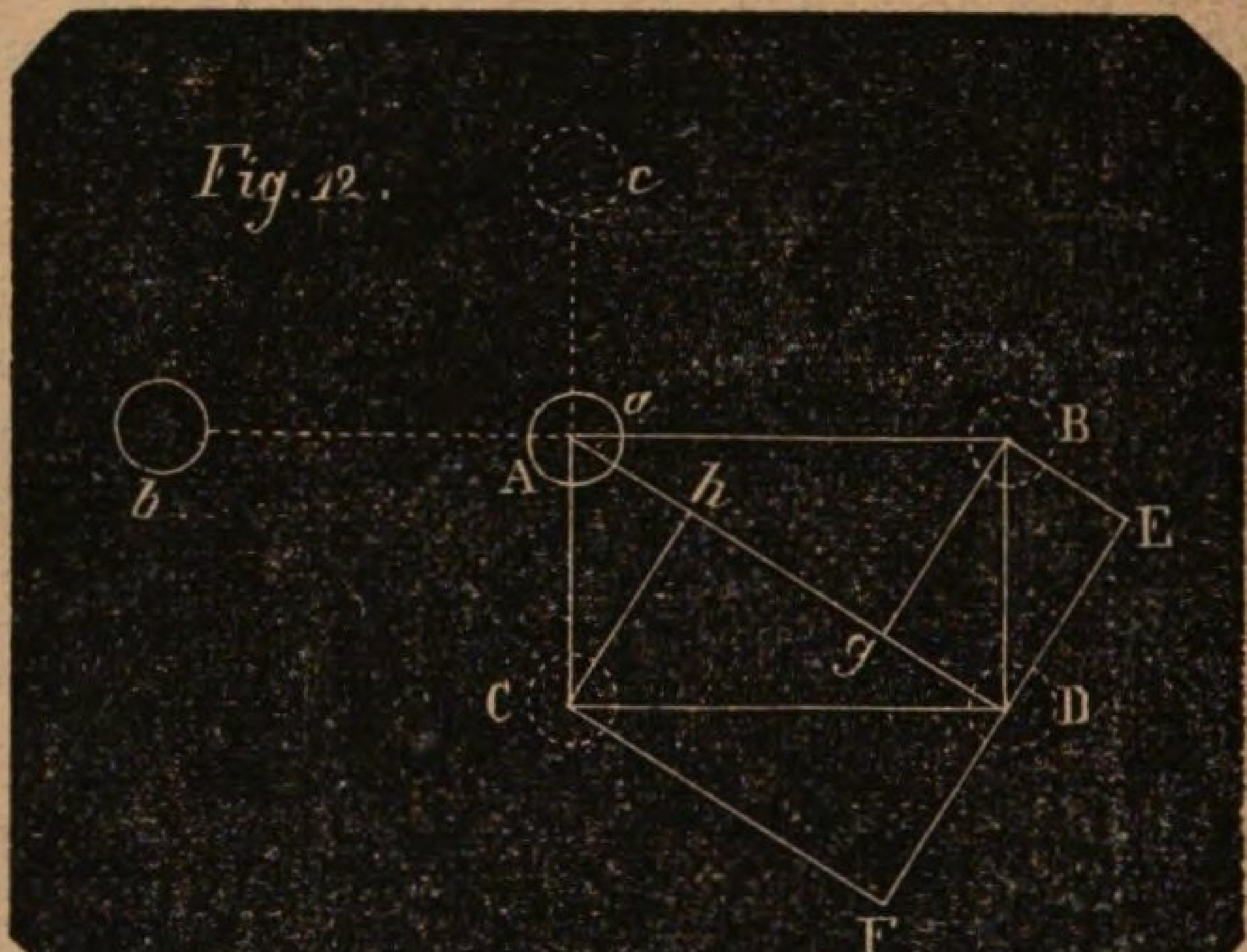
Wir wollen uns hieran nicht begnügen. Anstatt dass wir uns vor den Schlüssen des Herrn Bülfinger fürchten sollten, wollen wir sie lieber willig ergreifen, um Cartesius' Gesetze dadurch zu beweisen. Eine gute Sache hat allemal dieses Merkmal an sich, dass selbst die Waffen der Gegner zur Vertheidigung derselben dienen müssen, und wir haben mehr wie einmal gesehen, dass die unsrige sich auch dieses Vorzuges rühmen könne. Die Seitenbewegung *AB* (Fig. 11.) bringet, nach dem, was jetzt erwiesen worden, in die Richtung der Diagonallinie keine andere Geschwindigkeit, als nur die Geschwindigkeit *AH*, womit der Körder in abgesonderter Bewegung die Fläche *BH* perpendicular treffen würde. Ferner bringt die andere Seitenbewegung *AC* für sich allein in die Richtung der Diagonallinie nur die Geschwindigkeit *AG* womit der Körper die Fläche *CG* senkrecht anstossen würde. Aus den Kräften, welche diese beiden Bewegungen *AH* und *AG* mit sich führen, ist nun die ganze Kraft der Diagonallinie zusammengesetzet, und was also in jenen beiden nicht anzutreffen ist, das wird in dieser auch nicht vorhanden sein; denn sonst würde in der Summe mehr enthalten sein können, als in den *Summandis* zusammen. Es soll also die Kraft mit der Geschwindigkeit *AD*, der Kraft mit der Geschwindigkeit *AH*, *plus* der Kraft mit der Geschwindigkeit *AG* gleich sein; und es fragt sich, was für Potenzen von *AH*, von *AG* und von *AD* man nehmen müsse, damit die Summe der beiden ersten der letzteren gleich sei. Hier ist es aus den leichtesten Gründen der Arithmetik klar, dass, wenn man die Kräfte durch eine Potenz der Linien *AH*, *AG* und *AD* schätzen wollte, die grösser ist, als die erste Potenz, die auf diese Weise geschätzte

Kraft des Körpers, mit der Geschwindigkeit *AD*, grösser sein werde, als die Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *AH* und *AG*; wenn man aber eine kleinere Function (wie Herr Bülfinger sich ausdrückt) als die Function der schlechten Geschwindigkeit nehmen wollte, so würde das Aggregat der Theilkräfte grösser sein, als die ganze daraus entsprungene Kraft, welche die Geschwindigkeit *AD* zum Merkmal hat; im Gegentheil werden sie gleich befunden werden, wenn Alles zusammen nach der blossen Geschwindigkeit geschätzet wird. Hieraus folget: man müsse entweder die Kräfte in Proportion der Geschwindigkeiten *AH*, *AG* und *AD* setzen, oder zugeben, dass das Aggregat kleiner oder grösser sein könne, als die *Aggregandi* zusammen.

§. 77.

Ebendieselbe Widerlegung auf eine andere Art.

Wir können eben dasselbe auch auf eine andere Art darthun. Wir nehmen wie Herr Bülfinger an,



dass (Fig. 12.) die Seitenkräfte *AB* und *AC* dem Körper *a*, durch den Stoss zweier gleicher Kugeln,

mit den Geschwindigkeiten $bA = AB$, und $ca = AC$, mitgetheilt werden, und dass diese beiden zugleich geschehenen Antriebe die Bewegung und Krafl durch die Diagonallinie veranlassen. Wir wollen aber, weil es einerlei ist, annehmen, dass diese Kugeln aus C und B ausliefen, und den Körper a im Punkte D, mit den Geschwindigkeiten $CD = ba$, und $BD = ca$, anstiessen. Es ist unleugbar, dass der Körper a in diesem Orte von gedachten Kugeln eben die Kraft erhalten werde, als er im Punkte A erhalten konnte; denn der Ort macht gar keinen Unterschied, da alles Uebrige sonst gleich ist. Es fragt sich also: was für eine Kraft die Kugel a im Punkte D von diesen zweien, zu gleicher Zeit in ihn geschehenen Stössen BD und CD gegen die Perpendicularfläche FE erhalten wird? Ich antworte: die Kugel B wird dem Körper a mit der Bewegung BD eigentlich nur die Geschwindigkeit BE, in Absicht auf die Wirkung in diese Fläche ertheilen, und von dem Anlaufe der Kugel C, mit der Geschwindigkeit CD, wird ebenderselbe Körper A nur die Geschwindigkeit CF erlangen, womit er im Punkte D, in die Fläche FE wirken kann. Denn die anderen zwei Bewegungen, Bg und Ch, welche a annoch von diesem zweifachen Stosse erhalten hat, gehen mit der Fläche parallel, folglich treffen sie dieselbe nicht, sondern vernichten sich vielmehr einander, weil sie einander entgegengesetzt und gleich sind. Es haben also beide Seitenkräfte BD und CD, oder, welches ebenso viel ist, AC und AB, dem Körper, in Absicht auf die Fläche, die er in der Diagonalbewegung perpendicular trifft, nur eine solche Kraft ertheilet, die der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten BE und CF gleich ist; folglich, erstlich nicht ihre ganzen Kräfte, zweitens eine solche Kraft, von der hier ebenso augenscheinlich, als im vorigen Paragraph erhellet, dass sie sich zu denen, aus welchen sie zusammengesetzet ist, wie die Geschwindigkeit AD zu den Geschwindigkeiten CF und BE, und nicht wie die Quadrate derselben verhalten müsse.

§. 78.

Die gerade Kraft in der Diagonallinie ist nicht der Summe der Kräfte nach den Seiten gleich.

Wir sehen aus der bisherigen Betrachtung, dass, wenn man voraussetzet, die nach den Seiten des Parallelogramms in der Diagonalbewegung ausgeübten Kräfte wären zusammen der Kraft in der Richtung der Diagonallinie gleich, hieraus folge, dass man die Kräfte nach den Quadraten der Geschwindigkeit schätzen müsse. Allein wir haben zugleich erwiesen, dass diese Voraussetzung falsch sei, und dass diejenigen Wirkungen, die ein Körper in schräger Bewegung ausübet, bis alle seine Kraft in ihm erschöpfet ist, allemal grösser sei, als dasjenige, was er durch einen perpendicularen Stoss ausrichten würde.

Diese Beobachtung hat das Ansehen eines paradoxen Satzes. Denn es folget hieraus, ein Körper könne in Ansehung gewisser ihm auf eine besondere Art entgegenstehender Flächen mehr Kraft ausüben, als man voraussetzet, dass er gar bei sich habe. Denn so viel Kraft, sagt man, habe ein Körper, als er durch einen senkrechten Stoss gegen eine unüberwindliche Hinderniss aufwendet.

Wegen der metaphysischen Auflösung dieser Schwierigkeit dürfen wir nur immerhin unbekümmert sein, denn es mag hiemit beschaffen sein, wie es wolle, so thut die Mathematik doch einmal den Ausspruch, und nach ihrem Urtheile kann man nicht länger zweifeln.

§. 79.

In der Leibnitz'schen Kräfteschätzung ist die Summe der in schräger Richtung ausgeübten Kräfte der Diagonalkraft gleich; allein bei der Cartesianischen ist jene oftmals unendlichemal grösser, als diese.

Aus der Zertheilung der Bewegung ist klar, dass, wenn ein Körper nach einander gegen viele Flächen

in schräger Richtung anläuft, er seine Bewegung alsdenn gänzlich verliere, wenn die Summe der Quadrate aller *Sinuum angulorum incidentiae* dem Quadrate des *Sinus totius*, der die erste Geschwindigkeit seiner Bewegung anzeiget, gleich ist. Bis dahin sind alle Mechaniker einig, die Cartesianer hievon nicht ausgenommen. Allein hieraus folget für die Leibnitzianer insbesondere, dass der Körper, wenn man die Schätzung nach dem Quadrat stattfinden lässet, alsdenn alle seine Bewegung verloren habe, wenn die in schräger Richtung ausgeübten Kräfte alle zusammen der Kraft, die ihm in gerader Bewegung beiwohnet, gleich sind. Hingegen nach der Cartesianischen Schätzung verhält es sich hiemit ganz anders. Die Kräfte, die der Körper durch viele nach einander folgende Stösse in schräger Richtung ausübet, bis alle seine Bewegung verzehret ist, sind nach derselben zusammen viel grösser, als die einzige unzertheilte Kraft, die er in gerader Bewegung besitzet. Also hat alsdenn der Körper seine Bewegung noch nicht verloren, wenn die Summe aller in zertheilter Bewegung ausgeübten Kräfte seiner ganzen unzertheilten Kraft schon gleich ist. Denn ein Körper kann in Ansehung vieler schiefen Flächen weit mehr ausrichten, als gegen diejenige, die er in gerader Richtung perpendicular anstösst, und zwar dergestalt, dass (wenn man annimmt, die Neigung des Stosses geschehe auf alle schiefe Flächen in gleichen Winkeln), sich die Grösse der Kraft, die da nöthig ist, um einem Körper durch schräg entgegengesetzte Hindernisse seine Kraft zu verzehren, zu derjenigen, welche in gerader Richtung dieselbe aufheben würde, verhalte, wie der *Sinus totus* zu dem *Sinui* des Einfallswinkels.*) Sie ist also z. E., wenn der *Sinus totus* zum *Sinui anguli incidentiae* wie 2:1 ist, auch zweimal so gross, als diese;

*) Aus dem von Kant selbst gebrauchten Exemplare dieser Schrift führt Schubert folgende von Kant eigenhändig an den Rand geschriebene Worte an: *haec sententia per cogitationes meas posteriores correcta est, sed salva nihilominus, manent ea, quae inde derivantur.* (Kant's Werke, herausgeg. von Rosenkranz und Schubert, Bd. V, S. 107.)

wenn er wie 8:1 ist, achtmal; und wenn dieser unendlich klein ist, auch unendlichmal grösser, als die Gewalt der Hinderniss, die genug gewesen wäre, um ihm in gerader entgegengesetzter Richtung seine ganze Bewegung zu verzehren. Also nimmt nach der Leibnitz'schen Schätzung eine gewisse Hinderniss einem Körper seine Kraft gänzlich, die ihm doch von ebenderselben in ebenderselben Richtung nach der Schätzung des Cartesius nur unendlich wenig zu vernichten vermag, d. i. bei der Schätzung nach dem Quadrat ist der Verlust der Kraft des bewegten Körpers, wenn die ganze Gewalt der summirten Hindernisse, die er überwunden hat, endlich ist, auch endlich, der Körper mag nun diese Hindernisse in so schiefer Bewegung überwältigt haben, als man wolle; hingegen bei der Schätzung nach den Geschwindigkeiten kann die gesammte Kraft der ausgeübten Wirkungen eines Körpers endlich sein, und der Verlust der Kraft des Körpers dennoch unendlich klein, wenn nur der Winkel, in welchem er alle diese Hindernisse überwindet, unendlich klein ist.

Dieser Unterschied ist erstaunlich. Es muss sich hievon irgendwo in der Natur eine Wirkung zeigen, sie sei auch, wo sie wolle, und es wird sich der Mühe verlohnen, sie aufzusuchen. Denn die Folge derselben wird nicht allein diese sein, dass man entscheiden könne, ob die Kraft eines Körpers in der Diagonallinie eines rechtwinklichten Parallelogramms der Summe der Seitenkräfte gleich sei oder nicht, sondern auch, ob die Schätzung des Herrn von Leibnitz oder die des Cartesius die wahre sei; denn die eine Frage ist mit der anderen unzertrennlich verbunden.[50])

§. 80.

Die lebendigen Kräfte werden durch einen neuen Fall widerlegt.

Die Bewegung eines Körpers in einer Zirkellinie um einen Mittelpunkt, gegen den er durch seine Schwere gezogen wird (von welcher Art die Bewegungen der Planeten sind), ist der Fall, den wir suchen.

Lasset uns einen Körper annehmen, der einen hinlänglichen Centrifugalschwung erhalten hätte, um die Erde in einer Zirkellinie zu laufen. Lasset uns auch von allen Hindernissen ausser der Schwere abstrahiren, die seine Bewegung vermindern könnten; so ist gewiss, dass erstlich die Geschwindigkeit seiner Bewegung endlich sein, hernach zweitens mit ebendemselben Grade, in ebenderselben Linie unvermindert ins Unendliche fortwähren werde. Diese zwei Lehnsätze setze ich zum Grunde, denn sie sind von beiden Parteien, der Leibnitz'schen sowohl als der Cartesianischen, gebilliget. Ich setze ferner drittens zum Grunde, dass die Schwere in einen Körper, der sich frei beweget, in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft hineinbringe, oder auch in demselben verzehre, wenn die beiden Kräfte, die, welche dem Körper beiwohnet, und die, womit die Schwere drücket, einander entgegenwirken. Nun ist der angenommene Körper, der um den gegebenen Mittelpunkt in einem Zirkel läuft, dem Drucke der Schwere unaufhörlich ausgesetzet, und erleidet also durch die Summe aller unendlich kleinen Schwerdrückungen in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft, womit er gegen den Mittelpunkt seiner Umwendung getrieben wird, *per Lemma* 3. Indessen hält der Körper durch seine eigenthümliche Kraft allen diesen in ihn geschehenen Drückungen das Gleichgewicht, indem er sich immer in ebenderselben Entfernung von dem Mittelpunkte erhält. Also hat er in jeder endlichen Zeit auch eine endliche Kraft in Ansehung der überwundenen Hindernisse der Schwere ausgeübet. Nun ist aus dem, was wir §. 79 ersehen haben, klar, dass, wenn ein Körper in schiefer Richtung eine gewisse Anzahl Hindernisse überwunden hat, die zusammen eine endliche Grösse der Kraft betragen, er hiebei zugleich (wenn man die Leibnitz'sche Schätzung zugiebt) an seiner ihm beiwohnenden Kraft einen Verlust von einer endlichen Grösse erleiden müsse. Folglich verlieret der angenommene Körper in jeder endlichen Zeit seines Zirkellaufes durch die Zurückhaltungen der Schwere eine endliche Kraft, und also in einer gewissen bestimmten Zeit seine ganze Kraft und Geschwindigkeit,

denn die Geschwindigkeit, die er in seinem Kreislauf besitzet, ist nur endlich. *Lemma* 1.

Er kann also entweder gar nicht in einem Zirkel laufen, es sei denn, dass er eine unendliche Geschwindigkeit habe, oder man muss zugeben, dass ein Körper durch die Summe aller schrägen Wirkungen hier unendlich viel mehr ausrichten könne, als er in geradem Anlaufe Kraft besitzet, und dass das Leibnitz'sche Kräftemaass, das dieses nicht zugiebt, falsch sei.

§. 81.

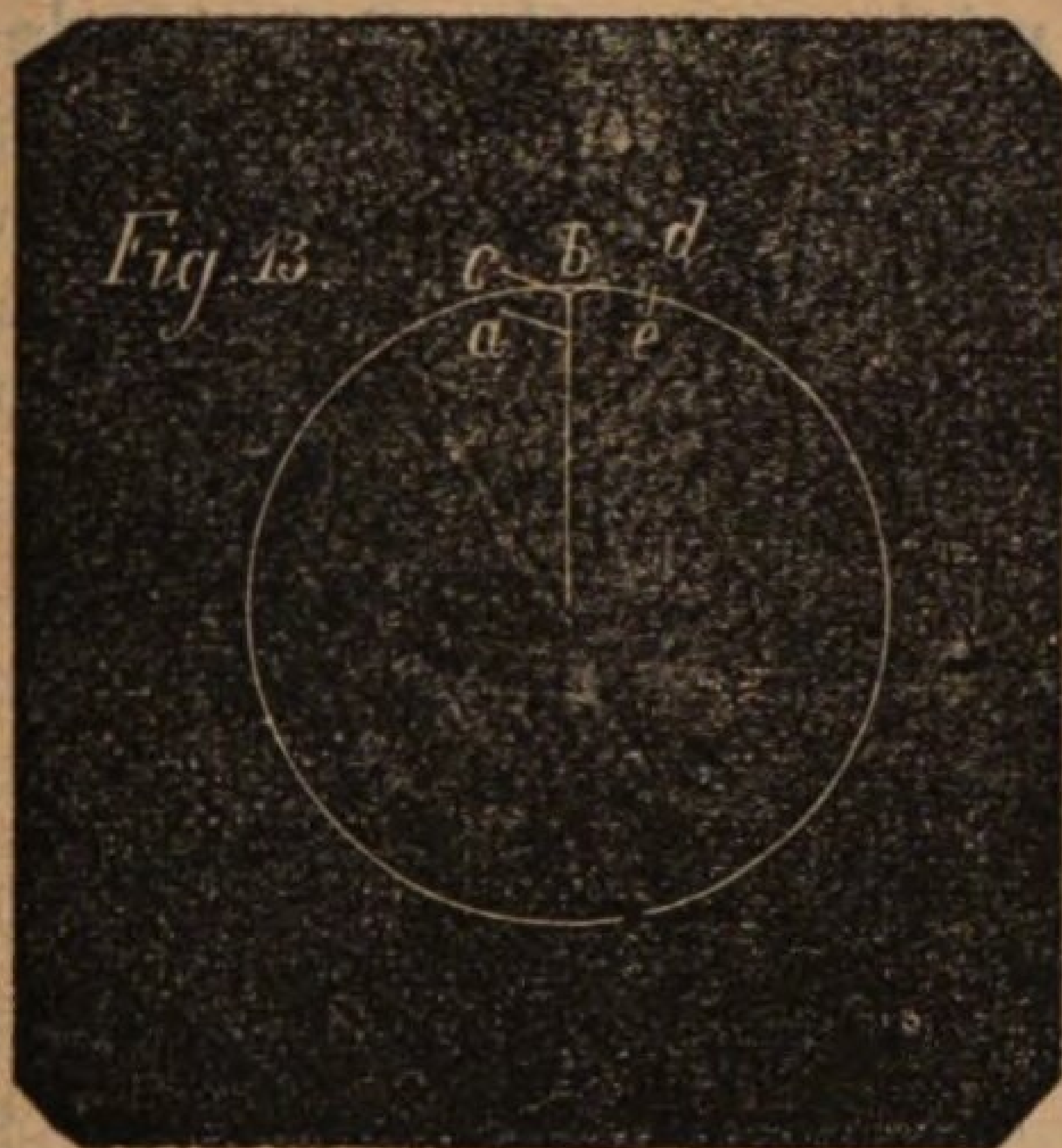
Beweis, dass ein in einem Zirkel laufender Körper gegen die Schwere ebenso eine Wirkung ausübe, als wenn er gegen eine schiefe Fläche anliefe.

Weil der Gedanke, den wir hier ausgeführet haben, sehr fruchtbar von Folgen ist, so wollen wir alle kleinen Schwierigkeiten um ihn wegräumen, und denselben, so viel möglich ist, klar und eben machen.

Man muss zuerst deutlich begreifen lernen, dass die Kraft, die der bewegte Körper in der Zirkelbewegung anwendet, der Schwere das Gleichgewicht zu halten, eine schräge Wirkung ausübe, und mit dem Anlaufe eines Körpers gegen eine schiefe Fläche zu vergleichen sei, so wie wir es wirklich im vorigen Paragraph gethan haben.

Man stelle sich zu diesem Endzwecke die unendlich kleinen Bogen, die der Körper in seiner Zirkelbewegung durchläuft, als so viel unendlich kleine gerade Linien vor, so wie man auch in der Mathematik gewöhnlich den Zirkel als ein Polygon von unendlich viel Seiten ansiehet. (Fig. 13.) Der Körper, der nun die unendlich kleine Linie *ab* durchgelaufen ist, würde, wenn ihm die Schwere kein Hinderniss entgegensetzte, die gerade Richtung dieser Bewegung fortsetzen, und in dem zweiten unendlich kleinen Zeittheile in *d* sein. Allein durch den Widerstand der Schwere wird er genöthiget, diese Richtung zu verlassen, und die unendlich kleine Linie *be* zu beschreiben. Diese Hinderniss der Schwere hat ihm, *per resolutionem virium,* also die

Seitenbewegung *ac* genommen, welche durch die Perpendikellinie *ae* ausgedrückt wird, die auf die bis in *c* verlängerte Linie *be* gefället worden. Es erleidet also der Körper durch die Hinderniss der Schwere im Punkte *b* ebendenselben Widerstand, den er von einer Fläche *ce* würde erlitten haben, gegen die er, unter dem Winkel *abc*, angelaufen wäre; denn die Hinderniss, welche diese Fläche ihm entgegensetzet, wird, ebenso



wie hier, durch die kleine Perpendikellinie *ac* ausgedrücket. Also kann man die Kraft, die ein Körper in seiner Zirkelbewegung gegen die Schwere ausübet, welche ihn herunterziehet, mit dem Anlaufe desselben gegen schiefe Flächen ganz wohl vergleichen, und auch auf eben die Weise wie diese schätzen. W. Z. E.

§. 82.

Der dritte von den angenommenen Grundsätzen unseres Beweises im 80. §. scheinet zweitens noch einiger Bestätigung zu bedürfen; zum wenigsten kann man, wenn man mit solchen Gegnern zu thun hat, auch in Ansehung der augenscheinlichsten Wahrheiten nicht behutsam genug sein; denn der Streit von den lebendigen Kräften hat uns hinlänglich überführet, wie viel die Parteilichkeit in Ansehung gewisser Meinungen gewaltiger und einnehmender sein könne, als die nackte

Stärke der Wahrheit, und wie weit sich die Freiheit des menschlichen Verstandes erstrecke, bei den augenscheinlichsten Wahrheiten annoch zu zweifeln oder sein Urtheil aufzuschieben.

Der kreislaufende Körper thut in jedweder endlichen Zeit gegen die Hindernisse der Schwere eine Wirkung einer endlichen Kraft.

Ich könnte mich wegen des Satzes, dass die Schwere in einen Körper, der sich frei beweget, in jedweder gegebenen endlichen Zeit auch eine endliche Kraft hineinbringe, auf den 32. §. berufen; allein derselbe hat an den Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon seine Gegner, und es ist besser, sie mit ihren eigenen Waffen niederzuschlagen. Der angenommene Körper, der in seiner Kreisbewegung in einer endlichen Zeit den Bogen af durchgelaufen ist, empfängt die Drucke aller der Federn der Schwere, welchen er in dem ganzen endlichen Raume af unaufhörlich ausgesetzet ist. Nun bringen, selbst nach dem Geständnisse der Leibnitzianer, die in einem gewissen endlichen Raume befindlichen Federn der schwermachenden Materie, die ihren Druck einem Körper durchgehends mittheilen, in denselben eine endliche Kraft. *Ergo etc.*

§. 83.

Der Schluss.

Demnach bestehet die in zertheilter Bewegung ausgeübte Kraft, wenn sie dem Quadrate der Seiten des rechtwinklichten Parallelogramms proportional geschätzet wird, so gar nicht mit den allerbekanntesten Gesetzen der Kreisbewegung der Körper und mit den Centralkräften, die sie verüben. Es sind also die Seitenkräfte in jeder zusammengesetzten Bewegung nicht, so wie die Leibnitz'sche Schätzung es erfordert, in der Proportion der Quadrate von ihren Geschwindigkeiten, und ebendaher ist der Schluss auch allgemein, dass die Schätzung nach dem Quadrat gänzlich irre; denn eine

jede Bewegung kann als zusammengesetzt angesehen werden, wie aus den ersten Grundlehren der Mechanik bekannt ist.

§. 84.

Wie die Cartesianische Schätzung dieser Schwierigkeit abhelfe.

Es ist noch nöthig anzumerken, wie vortrefflich die Cartesianische Kräfteschätzung der Schwierigkeit abhilft, unter der die Leibnitz'sche erliegt, wie wir jetzt ersehen haben.

Es ist aus der Mathematik bekannt: dass die kleine Linie *ac* (Fig. 13.), die dem *Sinui verso bi*, des unendlich kleinen Bogens *ab*, parallel und gleich ist, ein unendlich Kleines vom zweiten Grade sei, und also unendlichemal kleiner, als die unendlich kleine Linie *ab*. Nun ist aber *ac* der *Sinus* des Winkels, womit der Körper allenthalben in seiner Kreisbewegung dem Drucke der Schwere entgegenwirket, und *ab*, als ein unendlich kleiner Theil der absoluten Bewegung des Körpers selber, ist der *Sinus totus* desselben. Es ist aber aus dem vorher Erwiesenen §. 79 bekannt, dass, wenn ein Körper in schiefer Bewegung dergestalt gegen eine gewisse Hinderniss wirket, dass der *Sinus* des Einfallswinkels, in Ansehung des *Sinus totius*, durchgehends unendlich klein ist, die durch die Hindernisse verlorene Kraft gegen die gesammte Gewalt aller überwundenen Hindernisse bei der Cartesianischen Schätzung unendlich klein sei. Also verlieret der Körper in seinem Zirkellaufe durch die Drucke der Schwere nicht eher eine endliche Kraft, als bis er in der ganzen Summe aller der Zurückhaltungen der Schwere eine Kraft, die unendlich gross ist, überwunden hat. Nun beträgt aber die Summe aller Schwerdrückungen eine endliche Zeit hindurch nur eine endliche Kraft, §. 80. *Lemma* 3., und folglich nicht eher eine unendliche Kraft, als nach einer unendlichen Zeit; also verlieret

der Körper, der um einen Mittelpunkt, gegen welchen er durch seine Schwere gezogen wird, in einem Zirkel läuft, durch die Hindernisse der Schwere nur in einer unendlichen Zeit eine endliche Kraft, und folglich in jeder endlichen Zeit unendlich wenig. Hingegen würde der Verlust bei der Leibnitz'schen Schätzung in eben diesen Umständen in jeder endlichen Zeit etwas Endliches betragen, §. 80.; folglich ist die Cartesianische Schätzung in diesem Falle der Schwierigkeit nicht unterworfen, welcher die Leibnitz'sche, wie wir gesehen haben, allemal ausgesetzt ist.

§. 85.

Noch ein neuer Widerspruch, welchem die lebendigen Kräfte hier ausgesetzet sind.

Der Einwurf, den wir jetzt den lebendigen Kräften gemacht haben, entdecket zugleich eine seltsame Art des Widerspruchs in der Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat. Denn Jedermann ist darin einig, dass die, nach dem *Rectangulo* der in sich selbst multiplicirten Geschwindigkeit geschätzte Kraft unendlich mehr Gewalt haben müsse, als diejenige, die nur durch das schlechte Maass der Geschwindigkeit ausgedrücket wird, und dass sie in Ansehung dieser letzteren dasjenige sei, was die Fläche gegen die Linie ist. Allein hier zeiget sich gerade das Gegentheil, nämlich: dass in dem Falle, den wir gesehen haben, da beide Arten von Kraft in ganz gleiche Umstände zu wirken gesetzet werden, die Leibnitz'sche unendlich weniger vermöge, als die Cartesianische, und durch unendlich weniger Hindernisse verzehret werde, als diese, welches ein Widerspruch ist, der nicht grösser kann gedacht werden.

§. 86.

Widerlegung des Bernoulli'schen Falles von der Spannung vier gleicher Federn.

Die Zerstörung des allgemeinen Grundsatzes, von der in zusammengesetzter Bewegung befindlichen gleichen Grösse der Kraft mit der einfachen, wirft zugleich viele Fälle mehr über den Haufen, die die Verfechter der lebendigen Kräfte auf eben diesem Grunde erbauet haben.

Der Bernoulli'sche Fall, den Herr von Wolf in seiner Mechanik anführet, ist einer von den ansehnlichsten unter denselben. Er nimmt vier Federn an, die alle gleiche Kraft nöthig haben, gespannet zu werden. Er lässet ferner einen Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter einem Winkel von 30 Graden, dessen *Sinus* wie 1 ist, gegen die erste, hernach mit dem Ueberreste der Bewegung, unter einem Winkel dessen *Sinus* gleichfalls wie 1 ist, gegen die zweite, und so auch gegen die dritte, und endlich gegen die vierte Feder perpendicular anlaufen. Eine jedwede von diesen Federn nun spannet dieser Körper; er übet also mit zwei Graden Geschwindigkeit vier Grade Kraft aus, folglich hat er sie gehabt, denn sonst hätte er sie nicht ausüben können. Daher ist die Kraft dieses Körpers nicht wie seine Geschwindigkeit 2, sondern wie das Quadrat derselben.

Ich verlange es nicht zu behaupten, dass der Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter keinerlei Umständen 4 Grade Kraft ausüben könne. Allein er kann sie nur in schiefem Anlaufe ausüben, und es ist genug, dass wir bewiesen haben, seine Kraft sei in geradem Anlaufe doch jederzeit nur wie 2, und in schräger Bewegung allemal grösser, als in der perpendicularen. Jedermann schätzet aber die Kraft eines Körpers nach der Gewalt, die im senkrechten Stosse in ihm anzutreffen ist. Also ist in derjenigen Art der Wirkung, die ohne Zweideutigkeit ist, darin alle Gegner zusam-

menstimmen, dass sie das wahre Maass der Kraft sei, der Vortheil auf der Seite des Cartesius gegen die Partei der lebendigen Kräfte.

§. 87.

Des Herrn von Mairan Einwendung gegen den Herrmannschen Fall.

Es gründet sich endlich auf die Zusammensetzung der Bewegung noch ein Fall, den man wohl den Achilles unserer Gegner nennen könnte.

Er bestehet hierin: ein Körper *A*, der 1 zur Masse und 2 zur Geschwindigkeit hat, stösst auf einmal unter einem Winkel von 60 Graden zwei Körper *B* und *B*, die jeder 2 zur Masse haben. Hier bleibet der stossende Körper *A* nach dem Stosse in Ruhe, und die Körper *B* und *B* bewegen sich jeder mit einem Grade Geschwindigkeit, folglich beide zusammengenommen mit 4 Graden Kraft.

Der Herr von Mairan hat sehr wohl wahrgenommen, wie seltsam und paradox es herauskomme, dass ein besonderer und nur auf gewisse Umstände eingeschränkter Fall eine neue Kräfteschätzung beweisen sollte, die sich doch, wenn sie wahr wäre, ohne Unterschied bei allen und jeden Umständen hervorthun müsste. Die Leibnitzianer sind jederzeit so kühn, zu verlangen, dass, wenn ein Körper 4 Grade Kraft ausübet, es sei auch in welcher Art es wolle, man allemal sicher sagen könne, er werde ebendieselbe Kraft auch in senkrechter Richtung ausüben; allein in diesem gegenwärtigen Falle ist es augenscheinlich, dass Alles auf eine bestimmte Anzahl der Elemente, welche bewegt werden sollen, und auf eine bestimmte Lage derselben gegen den stossenden Körper ankomme, dass folglich die Sache sich ganz anders verhalten werde, wenn diese Bestimmungen geändert würden, mithin, dass man sich sehr betrüge, wenn man so schliesset: der Körper hat in diesen Umständen diese oder jene Kraft verübet, also muss er (geradezu ohne alle Einschrän-

kung zu reden) auch diese oder jene Kraft haben, und sie, wenn man will, auch in senkrechter Wirkung herauslassen.

Ich habe mich jetzt nur bemühen wollen, den Sinn des Gedankens des Herrn von Mairan auszudrücken, welchen er in seiner Antwort auf die Einwürfe, die ihm die Frau von Chastelet in ihrer Naturlehre gemacht hatte, dem Herrmann'schen Falle entgegensetzte. Allein mich dünkt, die ganze Sache könne viel leichter und überzeugender vermittelst desjenigen, was wir bis daher in Ansehung der Zusammensetzung und Zertheilung der Kräfte angemerkt haben, abgethan werden, und sie sei auch grösstentheils hiedurch schon abgethan; weswegen ich glaube, der Leser dieser Blätter werde mich leichtlich durch Herbeiziehung dessen, was ich hiebei erinnert habe, einer ferneren Weitläuftigkeit überheben.

§. 88.

Nutzbarkeit dieser Methode des Herrn von Mairan.

Der Herr von Mairan ist der einzige unter den Vertheidigern des Cartesius, der über die Wahl der Gründe, worauf die Leibnitzianer eine neue Kräfteschätzung bauen wollen, einige Betrachtungen angestellet hat; allein er hat es auch nur in dem einzigen Falle gethan, den wir im vorigen Paragraphen angezogen haben. Diese Gattung der Untersuchung scheinet von nicht grosser Erheblichkeit zu sein, wenn man sie obenhin ansiehet, allein sie ist in der That von ganz vortrefflichem Nutzen, so wie irgend nur eine Methode in der Kunst zu denken sein mag.

Man muss eine Methode haben, vermittelst welcher man in jedem Falle, durch eine allgemeine Erwägung der Grundsätze, worauf eine gewisse Meinung erbauet worden, und durch die Vergleichung derselben mit der Folgerung, die aus denselben gezogen wird, abnehmen kann, ob auch die Natur der Vordersätze Alles in sich fasse, was in Ansehung der hieraus geschlossenen

Lehren erfordert wird. Dieses geschiehet, wenn man die Bestimmungen, die der Natur des Schlusssatzes anhängen, genau bemerket, und wohl darauf Acht hat, ob man auch in der Construction des Beweises solche Grundsätze gewählt habe, die auf die besonderen Bestimmungen eingeschränkt sind, welche in der Conclusion stecken. Wenn man dieses nicht so befindet, so darf man nur sicher glauben, dass diese Schlüsse, die auf eine solche Art mangelhaft sind, nichts beweisen, ob man gleich noch nicht entdecken kann, worin der Fehler eigentlich liege, und wenn dieses gleich niemals bekannt würde. Also habe ich z. E. aus der allgemeinen Erwägung der Bewegungen elastischer Körper geschlossen, dass die Phänomena, die sich durch ihren Zusammenstoss hervorthun, unmöglich eine neue Kräfteschätzung, die von der Cartesianischen verschieden ist, beweisen könnten. Denn ich erinnerte mich, dass ja alle Phänomena von den Mechanikern aus der einzigen Quelle des Products der Masse in die Geschwindigkeit, zusammt der Elasticität aufgelöset werden, wovon man den Leibnitzianern hundert Proben aufzeigen kann, die alle die grössesten Geometer zu Urhebern haben, und welche man sie selber unzähligemal durch ihren eigenen Beifall bestätigen siehet. Also, schloss ich, kann dasjenige, was blos durch die, nach dem schlechten Maasse der Geschwindigkeit geschätzte Kraft hervorgebracht worden, auch von keiner anderen Schätzung, als nur von der nach der Geschwindigkeit, ein Beweisthum abgeben. Ich wusste damals noch nicht, wo eigentlich der Fehler in den Schlüssen der Leibnitzianer über den Zusammenstoss elastischer Körper zu suchen sei, allein nachdem ich auf die angezeigte Art überführet worden, es müsse irgendwo in denselben ein Fehlschluss stecken, er sei auch so verborgen, wie er wolle, so wandte ich alle Aufmerksamkeit an, ihn aufzusuchen, und mich däucht, dass ich ihn an mehr wie einem Orte angetroffen habe.

Diese Methode ist die Hauptquelle dieser ganzen Abhandlung.

Mit einem Worte: diese ganze Abhandlung ist einzig und allein ein Geschöpf von dieser Methode zu denken. Ich will es aufrichtig gestehen: ich habe alle diejenigen Beweise für die lebendigen Kräfte, deren Schwäche ich jetzt vollkommen zu begreifen glaube, anfänglich als so viel geometrische Demonstrationen angesehen, in denen ich nicht den geringsten Fehler vermuthete und auch vielleicht nie einen einzigen gefunden hätte, wenn die allgemeine Erwägung der Bedingungen, unter welchen die Schätzung des Herrn von Leibnitz festgesetzet wird, meiner Betrachtung nicht einen ganz anderen Schwung ertheilet hätte. Ich sah, dass die Wirklichkeit der Bewegung die Bedingung dieses Kräftemaasses sei, und dass sie die eigentliche Ursache ausmache, weswegen man die Kraft des bewegten Körpers nicht so, wie die Kraft des zur Bewegung strebenden schätzen solle. Allein als ich die Natur dieser Bedingung erwogen, begriff ich leicht, dass, da man sie mit der Bedingung der todten Kraft unter einerlei Geschlecht setzen kann und sie sich von ihr nur durch die Grösse unterscheidet, sie unmöglich eine Folgerung haben können, die von der Folgerung der Bedingungen einer todten Kraft *toto genere* unterschieden ist, und auch ebenso unendlich sehr von dieser unterschieden bleibet, wenngleich die Bedingung, die eine Ursache dieser Folgerung ist, der anderen Bedingung so nahe gesetzt wird, dass sie sich schon beinahe mit ihr vermenget. Also sah ich, mit einer Gewissheit, die der geometrischen gar nicht weichet, ein, dass die Wirklichkeit der Bewegung kein hinlänglicher Grund sein könne, zu schliessen: dass die Kräfte der Körper in diesem Zustande wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeit sein müssten, da sie bei einer unendlich kurz gedauerten Bewegung, oder, welches einerlei ist, bei der blossen Bestrebung zu derselben, nichts, wie die Geschwindigkeit zum Maasse haben. Ich schloss hieraus: wenn die Mathematik die Wirklichkeit

der Bewegung als den Grund der Schätzung nach dem Quadrat für sich hat, und sonst nichts, so müssen ihre Schlüsse sehr hinken. Mit diesem gegründeten Misstrauen in Ansehung aller Leibnitz'schen Beweise bewaffnet, griff ich die Schlüsse der Vertheidiger dieser Schätzung an, um, ausser dem, dass ich nunmehr wusste, es müssten in denselben Fehler vorhanden sein, auch zu wissen, worin sie bestehen. Ich bilde mir ein, mein Vorhaben sei mir nicht gänzlich fehlgeschlagen.

§. 89.

Der Mangel dieser Methode ist eine Ursache mit gewesen, woher gewisse offenbare Irrthümer sehr lange sind verborgen geblieben.

Wenn man sich jederzeit dieser Art zu denken beflissen hätte, so hätte man sich in der Philosophie viel Irrthümer ersparen können, zum wenigsten wäre es ein Mittel gewesen, sich aus denselben viel zeitiger herauszureissen. Ich unterstehe mich gar zu sagen, dass die Tyrannei der Irrthümer über den menschlichen Verstand, die zuweilen ganze Jahrhunderte hindurch gewähret hat, vornehmlich von dem Mangel dieser Methode, oder anderer, die mit derselben eine Verwandtschaft haben, hergerühret hat, und dass man sich also dieser vor anderen zu befleissigen habe, um jenem Uebel inskünftige vorzubeugen. Wir wollen dieses beweisen.

Wenn man vermittelst gewisser Schlüsse, die irgendwo einen Fehler versteckt halten, der sehr scheinbar ist, eine gewisse Meinung erwiesen zu haben glaubet, und man hat hernach kein anderes Mittel, die Ungültigkeit des Beweises gewahr zu werden, als nur so, dass sich zuerst der Fehler entdecke, der in demselben verborgen lieget, und dass man also vorher wissen müsse, was es für ein Fehler sei, der den Beweis verwerflich macht, ehe man sagen kann, dass einer in demselben befindlich sei, wenn man, sage ich, keine andere Methode, als diese hat, so behaupte ich, der

Irrthum werde ungemein lange unentdeckt bleiben, und der Beweis werde unzähligemal betrügen, ehe der Betrug offenbar wird. Die Ursache hiervon ist folgende. Ich setze voraus, wenn die in einem Beweise vorkommenden Sätze und Schlüsse vollkommen scheinbar sind und das Ansehen der allerbekanntesten Wahrheiten an sich haben, so werde der Verstand demselben Beifall geben und sich in keine mühsame und langwierige Aufsuchung eines Fehlers in demselben einlassen; denn alsdenn gilt der Beweis in Ansehung der Ueberzeugung, die dem Verstande daher entstehet, ebensoviel, wie einer, der eine geometrische Schärfe und Richtigkeit hat, und der Fehler, der unter den Schlüssen versteckt liegt, thut, weil er nicht wahrgenommen wird, ebensowenig Wirkung zu der Verminderung des Beifalles, als wenn er in dem Beweise gar nicht anzutreffen wäre. Also müsste der Verstand entweder niemalen einem Beweise Beifall geben, oder er muss es in diesem thun, wo er nichts erblicket, was einem Fehler ähnlich siehet, d. i. wo er keinen vermuthet, wenngleich einer in ihm verborgen wäre. In einem solchen Falle also wird er niemals eine besondere Bestrebung zur Aufsuchung eines Fehlers anwenden, weil er keinen Bewegungsgrund dazu hat, folglich wird derselbe sich nicht anders, als vermittelst eines glücklichen Zufalls hervorfinden, er wird also gemeiniglich sehr lange verborgen bleiben, ehe er entdeckt wird; denn dieser glückliche Zufall kann viele Jahre, ja oftmals ganze Jahrhunderte ausbleiben. Dies ist beinahe der vornehmste Ursprung der Irrthümer, die zur Schande des menschlichen Verstandes viele Zeiten hindurch fortgewähret haben, und die hernach eine sehr leichte Betrachtung aufgedecket hat. Denn der Fehler, der irgendwo in einem Beweise stecket, sieht dem ersten Anblick nach einer bekannten Wahrheit ähnlich, also wird der Beweis als vollkommen scharf angesehen, man vermuthet mithin keinen Fehler in demselben, man suchet ihn also auch nicht, und daher findet man ihn nicht anders, als zufälliger Weise.

Wie das Mittel beschaffen sein muss, wodurch man der Langwierigkeit der Irrthümer vorbeuget.

Hieraus lässt sich leicht abnehmen, worin das Geheimniss werde zu suchen sein, was dieser Schwierigkeit vorbeuget, und welches uns die Entdeckung der Irrthümer, die man begangen hat, erleichtert. Wir müssen die Kunst besitzen, aus den Vordersätzen zu errathen und zu muthmassen, ob ein auf gewisse Weise eingerichteter Beweis in Ansehung der Folgerung auch werde hinlängliche und vollständige Grundsätze in sich halten. Auf diese Art werden wir abnehmen, ob in ihm ein Fehler befindlich sein müsse, wenn wir ihn gleich nirgends erblicken, wir werden aber alsdenn bewogen werden, ihn zu suchen, denn wir haben eine hinlängliche Ursache, ihn zu vermuthen. Also wird dieses ein Wall gegen die gefährliche Bereitwilligkeit des Beifalls sein, der ohne diesen Bewegungsgrund alle die Thätigkeit des Verstandes von der Untersuchung eines Gegenstandes abwenden würde, in dem er gar keine Ursache findet einen Zweifel und Misstrauen zu setzen. Diese Methode hat uns in den *Paragraphis* 25, 40, 62, 65, 68 geholfen, und sie wird uns auch ferner gute Dienste leisten.

§. 90.

Es würde eine Betrachtung von nicht geringem Nutzen sein, wenn man diese Methode etwas deutlicher auseinandersetzen, und die Regeln ihrer Anwendung zeigen wollte; allein diese Art der Untersuchung gehöret nicht unter die Gerichtsbarkeit der Mathematik, welcher doch eigentlich diese Abhandlung gänzlich eigen sein sollte. Wir wollen aber annoch eine Probe ihres Nutzens in der Widerlegung der Schlüsse, die zum Vortheil der lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen entlehnet werden, darlegen.

In der Zusammensetzung der todten Drucke, z. E. der Gewichte, die nach schrägen Richtungen einen

Knoten ziehen, werden, wenn diese Richtungen einen rechten Winkel einschliessen, die Anfangsgeschwindigkeiten derselben auch durch Linien ausgedrückt, welche Seiten eines rechtwinklichten Parallelogramms sind, und der hieraus entspingende Druck wird durch die Diagonallinie vorgestellet. Obgleich nun hier ebenfalls das Quadrat der Diagonallinie der Summe der Quadrate der Seiten gleich ist, so folget doch hieraus keineswegs, dass sich die zusammengesetzte Kraft zu einer von den einfachen, wie das Quadrat der Linien, die die Anfangsgeschwindigkeiten ausdrücken, verhalten werde; sondern alle Welt ist darin einig, dass diesem unerachtet die Kräfte in diesem Falle dennoch nur in schlechter Proportion der Geschwindigkeiten seien. Man nehme nun auch die Zusammensetzung der wirklichen Bewegungen, so wie man sie durch die Mathematik vorstellet, und vergleiche sie hiemit. Die Linien, welche die Seiten und die Diagonale des Parallelogramms ausmachen, sind nichts Anderes, als die Geschwindigkeiten nach diesen Richtungen, ebenso, wie es in dem Falle der Zusammensetzung todter Drucke beschaffen ist. Die Diagonallinie hat eben die Verhältniss gegen die Seiten, als sie dorten hat, und der Winkel ist auch derselbe. Also ist nichts von den Bestimmungen, die in die mathematische Vorstellung der zusammengesetzten wirklichen Bewegungen hineinlaufen, von denen unterschieden, unter denen man sich in ebenderselben Wissenschaft die Zusammensätze der todten Drucke vorstellet. Da also aus diesen keine Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat der Geschwindigkeit herfliesset, so wird sie aus jenen auch nicht können gefolgert werden; denn es sind ebendieselben Grundbegriffe, mithin haben sie auch einerlei Folgerungen. Man wird noch einwenden, dass ja ein offenbarer Unterschied unter denselben anzutreffen sei, weil man voraussetzet, dass die eine von denselben eine Zusammensetzung wirklicher Bewegungen, die andere aber nur eine Zusammensetzung todter Drucke sei. Allein diese Voraussetzung ist eitel und vergeblich. Sie kommt nicht mit in den Plan der Grundbegriffe, die das Theorem ausmachen; denn die Mathematik drücket die

Wirklichkeit der Bewegung nicht aus. Die Linien, die der Vorwurf der Betrachtung sind, sind nur Vorstellungen von der Verhältniss der Geschwindigkeiten. Also ist die Einschränkung von der Wirklichkeit der Bewegung hier nur ein todter und müssiger Begriff, der nur nebenbei gedacht wird, und aus dem in der mathematischen Betrachtung nichts gefolgert wird. Hieraus fliesset, dass aus dieser Art der Untersuchung der zusammengesetzten Bewegungen nichts Vortheilhaftes für die lebendigen Kräfte könne geschlossen werden, sondern dass es etwa untermengte philosophische Schlussreden sein müssen, wovon aber jetzt nicht die Rede ist. Auf diese Weise haben wir durch Hülfe unserer angerühmten Methode jetzt begriffen, dass die mathematischen Beweise für die lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen falsch und voller Fehler sein müssen; wir wissen aber noch nicht, was es für Fehler sind; allein wir haben doch eine gegründete Muthmassung oder vielmehr eine gewisse Ueberzeugung, dass sie ohnfehlbar darin sein werden. Also dürfen wir uns die Mühe nicht verdriessen lassen, sie mit Ernst aufzusuchen. Ich habe meine Leser dieser Mühe überhoben, denn mich dünkt, dass ich diese Fehler gefunden und in den kurz vorhergehenden *Paragraphis* angezeigt habe.

§. 91.

Die Unterscheidungen des [Herrn] Bülfinger, womit er dem Einwurfe des Herrn von Mairan entgehen will, werden vermittelst dieser Methode abgethan.

Unsere Methode ist endlich noch ein Schwert gegen alle die Knoten der Spitzfindigkeiten und Unterscheidungen, womit Herr Bülfinger seine Schlüsse, die wir bis daher widerlegt haben, gegen einen Einwurf, den ihm seine Gegner machen können, hat verwahren wollen. Es ist ein grosser Vortheil für uns, dass wir denselben abhauen können, da es sonsten sehr mühsam sein würde, ihn aufzulösen.

Herr Bülfinger hat sehr wohl bemerkt, dass man ihm einwenden würde, seine Beweise, wenn sie richtig wären, müssten ebendasselbe auch für die todten Drucke beweisen. Er hat sich aber von dieser Seite durch ein Bollwerk von verwickelten metaphysischen Unterscheidungen, wie er sie zu machen weiss, befestiget. Er bemerket, die Wirkung der todten Kraft müsse durch das Product der Intensität in den Weg, den sie nimmt, geschätzet werden, dieses aber werde durch das Quadrat dieser Linie ausgedrücket; also könne man den Cartesianern zwar gestehen, dass die Wirkungen in der Zusammensetzung todter Drucke gleich seien, allein hieraus folge noch nicht, dass die Kräfte deswegen auch gleich sein müssten. Er setzet hinzu: *in motibus isochronis solum actiones sunt ut vires; non in nisu mortuo.* Eine metaphysische Untersuchung thut in einem mathematischen Streite eine sonderbare Wirkung. Der Mathematikkundige glaubet, dass er sich auf diese Spitzfindigkeiten nicht verstehet, und wenn er sie gleich nicht aufzulösen vermögend ist, so ist es doch weit entfernet, dass er sich durch dieselben sollte irre machen lassen. Er gehet an dem Leitfaden der Geometrie fort, und alle andere Wege sind ihm verdächtig. Die Geometer haben sich in Ansehung der Ausflüchte des Herrn Bülfinger ebenso aufgeführet. Es hat sich noch Niemand mit ihm, so viel ich weiss, auf diese Waffen eingelassen. Man hat sich diese Mühe mit gutem Bedachte ersparet; denn eine metaphysische Untersuchung, insbesondere eine, die so verwickelt und zusammengesetzt ist, verstattet nach allen Seiten noch immer unzählige Schlupfwinkel, wohin der eine von den Gegnern sich retten kann, ohne dass ihn der andere zu verfolgen oder hervorzuziehen im Stande ist. Wir haben sehr wohl gethan, dass wir die Schlüsse des Herrn Bülfinger gleich Anfangs von derjenigen Seite angegriffen haben, wo nach seinem eigenen Geständniss die Mathematik allein den Ausspruch thut. Allein vermittelst unserer Methode, sind wir, wie ich schon gesagt habe, auch über diese Unterscheidungen Meister, wenn sie sich gleich

hinter noch so undurchdringliche Decken der Dunkelheit verborgen haben.

Unsere Methode beuget den Unterscheidungen des Herrn Bülfinger vor.

Es ist hier vornehmlich die Frage: ob die Unterscheidungen des Herrn Bülfinger den mathematischen Beweis, den er aus der Verhältniss der Diagonallinie gegen die Seitenlinie in der Zusammensetzung wirklicher Bewegungen für die lebendigen Kräfte genommen hat, geltend machen können, oder ob dieser mathematische Beweis, allem diesen ungeachtet, dennoch keine Schutzwehre der neuen Schätzung abgeben kann. Dies ist eigentlich der Punkt, warum gestritten wird; denn wenn das Gebäude des Herrn Bülfinger nur auf metaphysischen Grundsätzen beruhet, und nicht durch die mathematischen Begriffe von der Zusammensetzung der Bewegungen unterstützet wird, so entschuldiget uns schon die Absicht dieses Hauptstückes, wenn wir uns in die Untersuchung desselben nicht einlassen. Es wird aber die Verhältniss der Diagonalgeschwindigkeit gegen die Seitengeschwindigkeiten in der Zusammensetzung wirklicher Bewegungen aus einem und ebendemselben Grunde erwiesen, woraus man diese Verhältniss ebenfalls in der Zusammensetzung todter Drucke herleitet. Sie ist also wahr, wenngleich in den zusammengesetzten wirklichen Bewegungen keine andere Eigenschaften und Bestimmungen anzutreffen sind, als die sich bei den todten Drucken befinden, weil sie hinlänglich bewiesen werden kann, ohne dass man etwas Anderes hiezu nöthig hat, als das, was man auch bei den todten Drucken, die zusammengesetzet werden, voraussetzen muss. Es kann also aus der Verhältniss der Diagonalgeschwindigkeit bei wirklichen Bewegungen nicht geschlossen werden, dass die zusammengesetzten Kräfte von anderer Natur und Schätzungsart sein müssten, als die todten Drucke, denn ebendieselbe Verhältniss hat dennoch statt, wenngleich die Natur der zusammengesetzten Kräfte von den todten Drucken

gar nicht unterschieden ist, weil man keine anderen Gründe brauchet, um sie zu beweisen, als diejenigen, die man auch hier nöthig haben würde. Es ist also vergeblich, dass sich Herr Bülfinger derselben bedienen will, um hieraus zu schliessen, dass die Kräfte nicht in Proportion der Geschwindigkeiten, sondern ihrer Quadrate stehen.

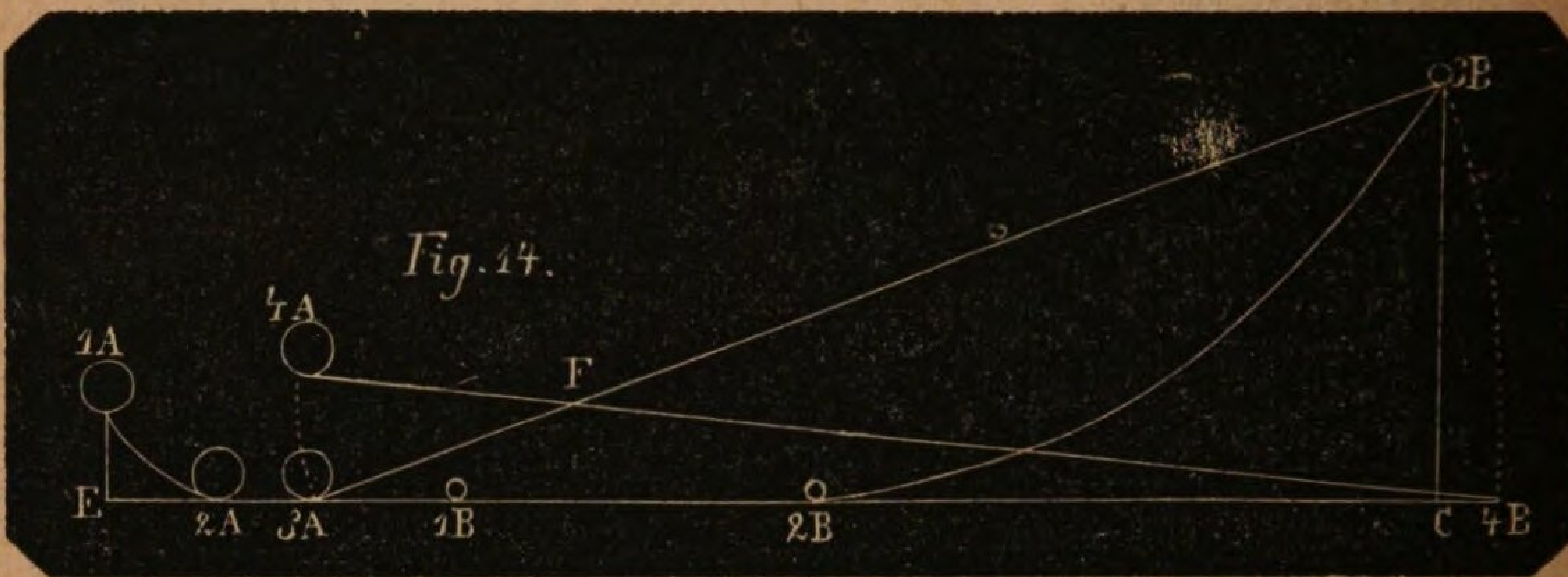
Demnach können die metaphysischen Unterscheidungen, deren sich dieser Philosoph bedienet hat, zwar vielleicht etwas darbieten, woraus eine fortgesetzte philosophische Erwägung einige Gründe zum Vortheil der lebendigen Kräfte ziehen würde; allein zur Emporhaltung desjenigen mathematischen Beweises, von dem wir reden, sind sie nicht hinlänglich, weil er schon seiner Natur nach dasjenige unbestimmt lässet, was zu der Regel, die man daraus ziehen will, erfordert wird. 51.

§. 92.

Ein besonderer zusammengesetzter Fall des Herrn von Leibnitz.

Nach allen diesen unterschiedenen Gattungen der Beweise, deren Unrichtigkeit wir den Vertheidigern der lebendigen Kräfte gezeiget haben, komme ich endlich auf denjenigen, der den Herrn von Leibnitz, den Vater der lebendigen Kräfte, selber zum Urheber hat, und auch das Merkmal seiner Scharfsinnigkeit bei sich führet. Er hat ihn, bei der Gelegenheit, da er die Einwürfe des Abtes Catelan auflösete, in den *Actis Eruditorum* 1690 der Welt zuerst dargestellet. Er hat sich auch jederzeit, wenn er seiner Kräfteschätzung ein Licht geben wollen, auf dieselbe insbesondere berufen, also werden wir ihn als eine Hauptstütze der lebendigen Kräfte anzusehen und wegzuräumen haben.

Eine Kugel *A* (Figur 14.) von vierfacher Masse falle auf der schiefen und gebogenen Fläche, deren Höhe 1 *AE* wie 1 ist, aus 1 *A* in 2 *A*, und setze auf



der Horizontalfläche *EC* ihre Bewegung, mit dem Grade Geschwindigkeit, den sie durch den Fall erlanget hat, und der wie 1 ist, fort. Man setze ferner, dass sie alle Kraft, welche sie hat, in eine Kugel *B* von einfacher Masse übertrage, und nach diesem selber im Punkte 3 *A* ruhe. Was wird nun die Kugel *B*, die 1 zur Masse hat, von der Kugel *A*, die viermal mehr Masse und einen einfachen Grad der Geschwindigkeit hat, für eine Geschwindigkeit erhalten sollen, wenn ihre Kraft hiedurch der Kraft, die der Körper *A* hatte, gleich werden soll? Die Cartesianer sagen: ihre Geschwindigkeit werde vierfach sein müssen. Es laufe also der Körper *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit auf der Horizontalfläche aus 1 *B* in 2 *B*, und, nachdem er daselbst die schiefe und gebogene Fläche 2 *B* 3 B angetroffen, bewege er sich dieselbe hinauf, und erreiche mithin auf derselben, durch die ihm beiwohnende Geschwindigkeit den Punkt 3 *B*, dessen Perpendicularhöhe 3 *B C* wie 16 ist. Man nehme ferner die inclinirte Schnellwage 3 *A* 3 *B* an, die sich an dem Punkte *F* beweget, und deren ein Arm *F* 3 *B* viermal und etwas Weniges darüber länger ist, als der andere Wagbalken 3 *AF*, die aber einander dennoch das Gleichgewicht halten. Wenn nun der Körper *B* den Punkt 3 *B* erreichet, und daselbst den Arm der Wage betritt, so

ist klar, dass, weil der Balken $F3B$, in Ansehung des anderen $3AF$ etwas grösser ist, als die Masse des Körpers $3A$ in Vergleichung mit der Masse der Kugel $3B$, so werde das Gleichgewicht gehoben sein, und der Körper $3B$ aus $3B$ in $4B$ heruntersinken, zugleich aber die Kugel $3A$ aus $3A$ in $4A$ erheben. Es ist aber die Höhe $4A\,3A$ beinahe das vierte Theil der Höhe $3BC$, mithin wie 4; also hat der Körper B die Kugel A auf diese Weise zu einer beinahe vierfachen Höhe erhoben. Es kann nun durch ein leichtes mechanisches Kunststück gemacht werden, dass die Kugel $4A$ aus $4A$ in $1A$ wieder zurückgehe, und mit der, durch seinen Zurückfall erlangten Kraft gewisse mechanische Wirkungen ausübe, hernach aber nochmals aus dem Punkte $1A$ die schiefe Fläche $1A\,2A$ herablaufe, und Alles in den vorigen Zustand setze, auch der Kugel B, welche durch eine unmerklich kleine Neigung der Fläche $2B\,4B$ wieder in dem Punkte $1B$ sein kann, alle seine Kraft, wie vorher, übertrage und Alles noch einmal bewerkstellige. Der Herr von Leibnitz fähret fort zu schliessen: also folget aus der Kräfteschätzung des Cartesius, dass ein Körper, wenn man sich seiner Kraft nur wohl bedienet, ins Unendliche immer mehr und mehr Wirkungen verüben, Maschinen treiben, Federn spannen und Hindernisse überwinden könne, ohne dass seinem Vermögen etwas entgehe, eben dieses ohne Aufhören zu verüben; dass also die Wirkung grösser sein könne, als ihre Ursache, und dass die immerwährende Bewegung, die alle Mechaniker für ungereimt halten, möglich sei.

§. 93.

Der Punkt des Fehlschlusses in diesem Beweise.

Dieser Beweis ist der einzige unter allen Vertheidigungen der lebendigen Kräfte, dessen Scheinbarkeit die Uebereilung entschuldigen könnte, welche die Leibnitzianer in Ansehung der Schutzgründe ihrer Schätzung

bewiesen haben. Herr Bernoulli, Herr Herrmann und Wolf haben nichts gesagt, was demselben an Erfindung und scheinbarer Stärke gleich käme. Ein so grosser Mann, als Herr von Leibnitz war, konnte nicht irren, ohne dass ihm sogar derjenige Gedanke rühmlich sein musste, der ihn zum Irrthum verleitete. Wir wollen in Ansehung dieses Beweises dasjenige sagen, was Hektor beim Virgil von sich rühmt:

— — — — — — — — *Si Pergama dextra*
*Defendi possent, etiam hac defensa fuissent.**)
Virg. Aeneid.

Ich will mein Urtheil über denselben kurz fassen. Der Herr von Leibnitz hätte nicht sagen sollen, dass der Zurückfall der Kugel A, nachdem sie vermittelst der Schnellwage zu der vierfachen Höhe $4A$ $3A$ erhoben worden, und aus $4A$ auf die schiefe Fläche $1A$ wieder zurückkehret, vorher aber mechanische Kräfte ausübet, eine Wirkung der in die Kugel B übertragenen Kraft sei, so sehr dieselbe es auch scheinet zu sein. Diese ausgeübte mechanische Kraft ist, wie wir bald sehen werden, zwar der nachfolgende Zustand in der Maschine, der vermittelst der in B übertragenen Kraft veranlasset worden, allein sie ist dennoch keine Wirkung dieser Kraft. Wir müssen die Vermengung dieser zwei Bedeutungen sehr sorgfältig vermeiden, denn hier ist der rechte Punkt des Fehlschlusses, worauf aller Schein, der sich in dem Leibnitz'schen Beweise hervorthut, gegründet ist. Denn wenn alle diese mechanische Folgen nicht eine rechte Wirkung der Kraft sind, die der Körper A in den anderen B übertragen hat, so verschwindet alles Ansehen eines paradoxen Gedankens auf einmal, wenn man gleich sagt, dass mehr in dem nachfolgenden Zustande der Maschine enthalten sei, als in dem vorhergehenden. Denn es ist deswegen noch nicht die Wirkung grösser als die Ursache, und die immerwährende Bewegung selber ist in diesem Falle keine Ungereimt-

*) Das heisst: Wenn Pergamum von meiner Rechten hätte vertheidigt werden können, so wäre es auch sicherlich geschehen. — (A. d. H.)

heit, weil die hervorgebrachte Bewegung nicht die wahre Wirkung der Kraft ist, welche dieselbe eigentlich nur veranlasset hat, folglich auch immerhin grösser sein kann, als diese, ohne dass man gegen das Grundgesetz der Mechanik anstösset.

§. 94.

Die Kraft, welche A durch die Einrichtung der Maschine erhalten, ist keine hervorgebrachte Wirkung der Kraft des Körpers B.

Der Körper *B*, in welchen man alle Kraft der Kugel *A* übertragen hat, wendet dieselbe gänzlich auf, indem er die schiefe Fläche 2 *B* 3 *B* hinaufläuft. In dem Punkte 3 *B* hat er also die ganze Grösse seiner Wirkung vollendet, und auch alle ihm mitgetheilte Kraft verzehret. Indem er nun daselbst auf den Balken der Wage geräth, so ist es nicht mehr die vorige Kraft, womit er den Körper 3 *A* in die Höhe hebet. sondern die erneuerte Gewalt der Schwere thut allein diese Wirkung, die Kraft aber, die *B* von der Kugel *A* erhalten hatte, hat hieran keinen Antheil. Wenn ferner die Kugel *A* hierdurch bis in 4 *A* erhoben worden, so hat die überwiegende Kraft der Kugel 3 *B* auch auf diese Art ihre völlige Wirkung ausgeübet, und die Kraft, welche der Körper *B* empfängt, indem er aus 4 *A* in 1 *A* zurückkehret, ist wieder eine Wirkung einer neuen Ursache, die von der Thätigkeit des Hebels gänzlich unterschieden und auch viel grösser, als dieselbe ist, nämlich des Druckes der Schwere, welcher dem Körper im freien Falle mitgetheilet wird. Also ist diejenige Kraft, womit der Körper *A* mechanische Wirkungen ausübet, ehe er wieder im Punkte 1 *A* ankommt, etwas, was zwar durch die Kraft der Kugel *B* veranlasset, das ist, gewissen mechanischen Ursachen übergeben worden, aber sie selber nicht zur hervorbringenden Ursache hat.

§. 95.

Dieses wird bestätiget.

Wenn die Leibnitzianer in dem nachfolgenden Zustande, der in der Natur entstehet, allemal gerade nur so viel Kraft setzen wollen, als der vorhergehende in sich enthält, so möchte ich gerne wissen, wie sie sich nur aus dem Einwurfe hinaushelfen wollten, den man ihnen aus ihrem eigenen Beweise machen kann. Wenn ich die Kugel B in $3 B$ auf die Schnellwage setze, folglich sie daselbst den Balken niederdrückt und den Körper A aus $3 A$ in $4 A$ erhebet, so ist dieses der vorhergehende Zustand der Natur, die Kraft aber, die A hernach erhält, indem er aus $4 A$ wieder zurückfällt, ist der nachfolgende Zustand, der durch den vorigen veranlasset wird. Es ist aber in diesem viel mehr Kraft enthalten, als in jenem. Denn die Ueberwucht des Körpers $3 B$ über den Körper $3 A$, kann in Ansehung ihres eigenthümlichen Gewichtes unvergleichbar klein sein, also kann die Geschwindigkeit, womit $3 A$ gehoben wird, ungemein klein sein, gegen die Geschwindigkeit, die er durch den freien Zurückfall aus $4 A$ in $1 A$ erhält, denn hier häufen sich die unverminderten Drucke der Schwere, dort aber solche, die gegen diese unvergleichbar klein sind. Also ist der nachfolgende Zustand der Kraft, der in der Natur ist, unstrittig grösser, als der vorhergehende, der ihn veranlasset hat.

§. 96.

Ebendieses aus dem Gesetze der Continuität erwiesen.

Es kommt hier Alles vornehmlich darauf an, dass man überzeuget sei, die Kraft, welche B mit 4 Graden Geschwindigkeit besitzet, sei nicht die hervorbringende Ursache der Wirkung, die sich hier in der Maschine hervorthut, wie die Leibnitzianer voraussetzen müssen,

wenn sie in des Cartesius Gesetze eine Ungereimtheit zeigen wollen. Denn wenn dieses wäre, so würde, wenn mann diese Ursache nur um etwas Weniges verminderte, die Wirkung auch nur sehr wenig kleiner werden. Allein dieses zeiget sich hier in der Maschine ganz anders. Wenn wir setzen: dass der Körper 1 *B* etwas minder, als 4 Grade Geschwindigkeit habe, so wird er nur bis zum Punkte *a*, auf der gebogenen Fläche 3 *Ba* hinaufgelangen, wo die Länge 3 *AF* des einen Wagbalkens, gegen die Länge des anderen Wagarmes ganz genau in vierfacher Verhältniss stehet, wo also das Gewicht des Körpers *B* den Hebel nicht beweget, noch den Körper 3 *A* im geringsten aus seiner Stelle hinausrücket. Also wenn *B* einen Theil der Kraft weniger hat, der so klein angenommen werden kann, dass er fast gar nicht in Betrachtung kommt, so erlangt 3 *A* alsdenn schon gar keine Kraft mehr; sobald im Gegentheil dieses Wenige noch hinzukommt, so wird 3 *A* nicht allein die Kraft, die er anfänglich hatte, wieder bekommen, sondern noch weit mehr drüber. Es ist augenscheinlich, dass dieser Sprung sich nicht zutragen würde, wenn die Kraft des Körpers 3 *B* die wahre hervorbringende Ursache desjenigen Zustandes wäre, der sich in der Maschine hervorthut.

§. 97.

Die ganze Grösse des zureichenden Grundes in dem vorhergehenden Zustande.

Wenn man die Anlegung des Hebels in dieser Maschine und ihre geometrische Bestimmung in Absicht auf die Proportion der Körper erwäget, wenn man hiezu noch das Uebermaass der Verhältniss der Höhe 3 *B* 4 *B* gegen die Höhe 1 *AE* über die Proportion der Masse des Körpers *B* zur Masse *A* hinzuthut (denn die Höhe 3 *B* 4 *B* ist gegen die Höhe 1 *AE*, wie 16 zu 1, die Masse *A* aber gegen *B* nur, wie 4 zu 1), so hat man die ganze Grösse derjenigen Bestimmungen, welche die Kraft in *A* veranlasset haben; hiezu nehme man noch die Drückungen der Schwere,

welche vermittelst der vortheilhaften Anlegung der geometrischen Bestimmungen wirksamer gemacht werden, so hat man die ganze Zusammenfassung aller zureichenden Gründe, darin man die Grösse der Kraft, die in *A* entstehet, vollkommen wieder finden wird. Wenn man hievon die einzige Kraft des Körpers *B* absondert, so ist kein Wunder, dass sie viel zu klein befunden wird, um in ihr den Grund der Kraft, die in A hineinkommt, darzulegen. Alles, was der Körper *B* hiebei thut, ist, dass er zu gleicher Zeit, da er die Zurückhaltungen der Schwere überwindet, eine gewisse Modalität gewinnet, das ist, eine gewisse Quantität der Höhe, die nämlich grösser ist, als nach Proportion seiner Geschwindigkeit, und folglich auch seiner Masse.

So ist denn die Kraft des Körpers *B* nicht die wahre wirkende Ursache der Kraft, welche in *A* erzeuget wird; es wird in Ansehung ihrer also das grosse Gesetz der Mechanik: *effectus quilibet aequipollet viribus causae plenae,* nicht ohne Gültigkeit sein; und es kann immerhin auf diese Weise eine immerwährende Bewegung hervorgebracht werden, ohne dass dieses Grundgesetz im geringsten verletzet wird.

§. 98.

Die einzige Schwierigkeit, die noch in dem Leibnitz'schen Argumente stecken könnte.

Es bestehet also Alles, was der Herr von Leibnitz mit seinem Argumente uns entgegensetzen kann, darin, dass es, wenn man gleich die ganze Unmöglichkeit der Sache nicht darthun kann, dennoch sehr unregelmässig und widernatürlich herauskomme, dass eine Kraft eine andere grössere, als sie ist, erwecke, es mag nun auf eine Art geschehen, wie sie wolle. Der Herr von Leibnitz lenket sich selber auf diese Seite.*) *Sequeretur etiam causam non posse iterum restitui suoque effectui surrogari; quod quantum ab-*

*) *Act. Erud.* 1691. p. 542.

*horreat a more naturae et rationibus rerum facile intelligitur. Et consequens esset: decrescentibus semper effectibus, neque unquam crescentibus, ipsam continue rerum naturam declinare, perfectione imminuta, neque unquam resurgere atque amissa recuperare posse sine miraculo. Quae in physicis certe abhorrent a sapientia constantiaque conditoris.**) Er würde so gelinde nicht geredet haben, wenn er nicht gesehen hätte, dass die Natur der Sache ihm diese Mässigung auferlege. Man mag nur gewiss versichert sein, dass er mit dem ganzen Donner seines geometrischen Bannes und aller Gewalt der Mathematik wider seinen Feind aufgezogen wäre, wenn seine Scharfsinnigkeit diese Schwäche nicht wahrgenommen hätte. Allein er sah sich genöthiget, die Weisheit Gottes zu Hülfe zu rufen, ein gewisses Merkmal, dass die Geometrie ihm keine tüchtigen Waffen dargeboten hätte.

Nec DEUS intersit, nisi dignus vindice nodus
*Inciderit***) — — —

Horat. de arte poet.

Wird beantwortet.

Allein auch die kleine Schutzwehre ist von keiner Beständigkeit. Es ist hier blos von der Schätzung der

*) Dies heisst: daraus würde folgen, dass die Ursache nicht wieder hergestellt und statt ihrer Wirkung nicht wieder eingeführt werden kann, obgleich doch Jedermann einsehen muss, dass dies von der Weise der Natur und der Begründung der Dinge völlig abweichen würde. Auch würde daraus folgen, dass mit der steten Abnahme der Wirkungen, ohne dass wieder ein Zuwachs stattfindet, die Natur der Dinge selbst stetig abnehmen, ihre Vollkommenheit sich vermindern würde, ohne dass sie anders wie durch ein Wunder sich wieder erheben und das Verlorne zurückgewinnen könnte. Dergleichen widerspricht in den natürlichen Dingen sicherlich der Weisheit und Beharrlichkeit des Schöpfers. — (A. d. H.)

**) Dies heisst: Auch soll kein Gott zur Hülfe herbeigenommen werden, wenn der Knoten nicht eines solchen Rächers werth ist. — (A. d. H.)

Kräfte, welche durch die Mathematik erkannt wird, die Rede, und es ist kein Wunder, wenn dieselbe der Weisheit Gottes nicht vollkommen genug thut. Dies ist eine, aus dem Mittel aller Erkenntnisse herausgenommene Wissenschaft, die für sich allein nicht mit den Regeln des Wohlanständigen und Geziemenden genugsam bestehet, und die mit den Lehren der Metaphysik zusammengenommen werden muss, wenn sie auf die Natur vollkommen angewendet werden soll. Die Harmonie, die sich unter den Wahrheiten befindet, ist wie die Uebereinstimmung in einem Gemälde. Wenn man einen Theil insbesondere herausnimmt, so verschwindet das Wohlanständige, das Schöne und Geschickte; allein sie müssen alle zugleich gesehen werden, um dasselbe wahrzunehmen. Die Cartesianische Schätzung ist den Absichten der Natur zuwider; also ist sie nicht das wahre Kräftemaass der Natur; allein dieses hindert dennoch nicht, dass sie nicht das wahre und rechtmässige Kräftemaass der Mathematik sein sollte. Denn die mathematischen Begriffe von den Eigenschaften der Körper und ihrer Kräfte sind noch von den Begriffen, die in der Natur angetroffen werden, weit unterschieden, und es ist genug, dass wir gesehen haben, die Cartesianische Schätzung sei jenen nicht entgegen. Wir müssen aber die metaphysischen Gesetze mit den Regeln der Mathematik verknüpfen, um das wahre Kräftemaass der Natur zu bestimmen; dieses wird die Lücke ausfüllen und den Absichten der Weisheit Gottes besser Genüge leisten.

§. 99.

Der Einwurf des Herrn Papin.

Herr Papin, einer von den berüchtigsten Widersachern der lebendigen Kräfte, hat die Sache des Cartesius gegen diesen Beweisgrund des Herrn von Leibnitz sehr unglücklich geführet. Er hat seinem Gegner das Schlachtfeld geräumet und ist querfeldein gelaufen, um irgendwo einen Posten zu behaupten, der ihn schützen sollte. Er giebt dem Herrn von Leibnitz

zu, dass, wenn man voraussetzet, der Körper *A* habe seine ganze Kraft in den Körper *B* übertragen, nach Cartesianischer Schätzung eine immerwährende Bewegung erfolge, und gestehet ihm sehr gutherzig zu, dass diese Art der Bewegung eine Ungereimtheit sei: *quomodo autem per translationem totius potentiae corporis A in corpus B juxta Cartesium obtineri possit motus perpetuus, evidentissime demonstrat atque ita Cartesianos ad absurdum reductos arbitratur. Ego autem et motum perpetuum absurdum esse fateor, et Cl. viri demonstrationem ex supposita translatione esse legitimam.**) Nachdem er seine Sache auf diese Weise verdorben hat, so sucht er seine Ausflucht darin, dass er die Voraussetzung seines Gegners, die ein sehr zufällig Stück seines Arguments ist, leugnet und ihn herausfordert, ihm diesen Knoten aufzulösen. Folgende Worte geben seine Meinung zu erkennen: *Sed hypothesis ipsius possibilitatem, translationis nimirum totius potentiae ex corpore A in corpus B pernego etc.***) — —†)

§. 100.

Der Herr von Leibnitz hat seinen Gegner auf einmal entwaffnet und ihm nicht die geringste Ausflucht übrig gelassen. Er hat ihm gezeiget, dass die wirkliche Uebertragung der Kraft kein wesentliches Stück seines Beweises sei, und dass es genug sei, in *B* eine

*) Dies heisst: Er zeigt auf das gelehrteste, wie durch die Uebertragung der ganzen Kraft des Körpers *A* auf den Körper *B* nach Descartes eine ewig dauernde Bewegung erlangt werden kann, und er meint auf diese Weise die Cartesianer des Unsinns überwiesen zu haben. Nach meiner Ansicht ist indess eine ewige Bewegung ein Unsinn und vielmehr der aus der angenommenen Uebertragung geführte Beweis des berühmten Mannes ganz richtig. — (A. d. H.)

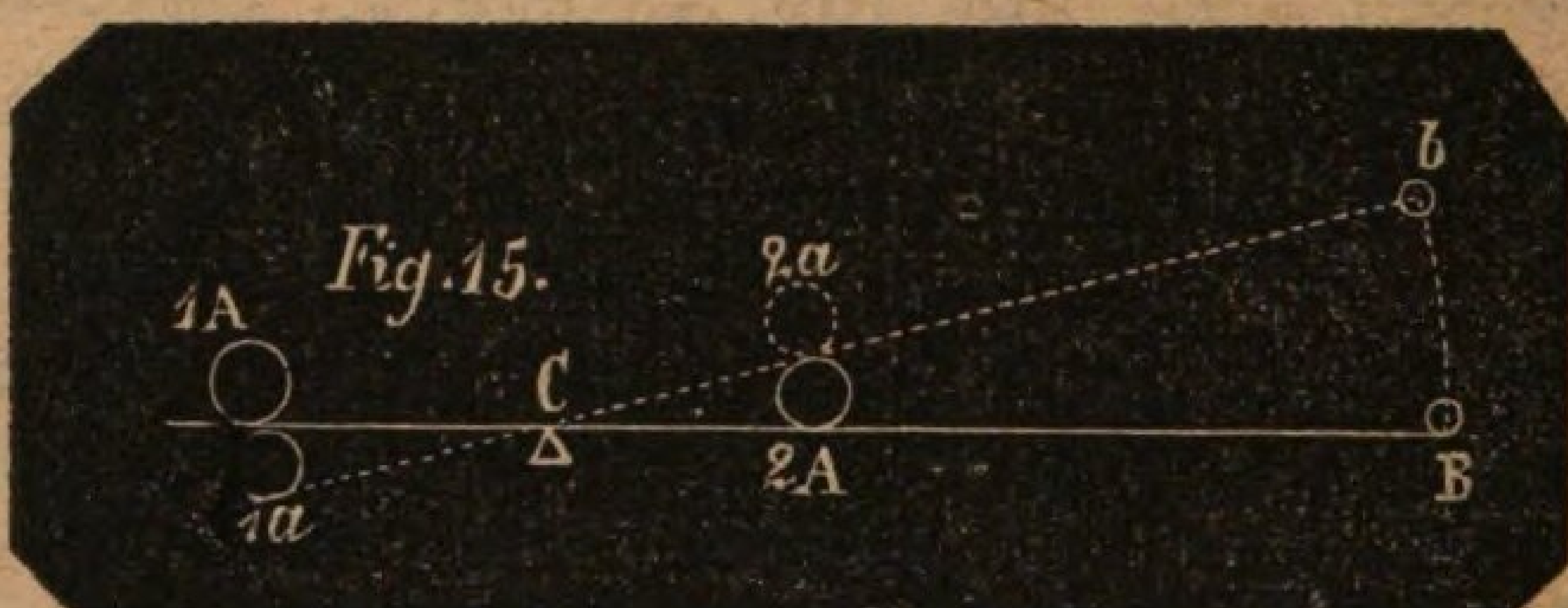
**) Dies heisst: Aber ich bestreite die Möglichkeit dieser Annahme, nämlich dass die ganze Kraft aus dem Körper *A* in den Körper *B* übergehn kann. — (A. d. H.)

†) *Act. Erud.* 1691. *pag.* 9.

Kraft zu setzen, die der Kraft in *A* substituirt werden könne. Man kann Alles in der Abhandlung, die er den *Actis* einverleibet hat und die wir schon angezogen haben, bewiesen antreffen. Ich kann aber nicht unterlassen, ein Vergehen des Herrn von Leibnitz anzuführen, welches in einer öffentlichen Disputation seinem Gegner den Sieg würde in die Hände gespielet haben. Es bestehet darin, dass er etwas, was, wie er selber erinnert, eigentlich zur Hauptsache nicht gehöret, zugiebt, um einen Nebenumstand im Argumente darzuthun, was aber, wenn es angenommen wird, zwar diese Nebenbedingung bewähret, allein den Hauptpunkt im Beweise gänzlich umkehret.

Ein Vergehen des Herrn von Leibnitz.

Die Sache verhält sich also: Herr Papin, der es sich in den Kopf gesetzet hatte, keine andere Ausnahme in dem Einwurfe seines Gegners zu machen, als diejenige, dass es unmöglich sei, dass ein Körper seine ganze Kraft einem anderen mittheile, suchte dem Herrn von Leibnitz alle die Kunststücke verdächtig zu machen, wodurch er dieses zu leisten vermeinete. Daher widerstritt er ihm mit allem Eifer: dass der vierfache Körper 1 *A* (Fig. 15) durch einen Stoss auf



den vollkommen steifen Hebel 1 *ACB*, im Punkte 1 *A*, dessen Entfernung vom Ruhepunkte *C*, gegen die Entfernung *CB* viertheilig ist, dem einfachen Körper *B* seine ganze Kraft mittheilen könne; denn dahin lenkte sich der Herr von Leibnitz in der Behauptung seines mechanischen Falles, von dem wir gehandelt haben.

Herr Papin wurde den Vortheil nicht gewahr, den seine Sache erhalten konnte, wenn er diese Auflösung ergriffen und daraus selber gegen die lebendigen Kräfte geschlossen hätte. Er fasste daher dieselbe an; aber mit so schwachen Gründen, die seinem Gegner den Muth vermehrten, auf der Behauptung derselben zu beharren. Leibnitz bestand also auf der Richtigkeit dieses Kunstgriffes, dessen er sich glaubte bedienen zu können, um in einen Körper die ganze Kraft eines anderen durch einen einzigen Stoss zu versetzen. Er nahm die Gründe, die Papin angeführet hatte, die Scheinbarkeit desselben zu zeigen, mit Dankbarkeit an, und räumte die Schwierigkeiten weg, womit derselbe diese hinwiederum zu vereiteln vermeinete. Ich glaube, dass er Folgendes in rechtem Ernst gesagt habe: *cum Florentiae essem, dedi amico aliam adhuc demonstrationem, pro possibilitate translationis virium totalium etc. e corpore majore in minus quiescens, prorsus affinem iis ipsis, quae Cl. Papinus ingeniosissime pro me juvando excogitavit, pro quibus gratias debeo, imo et ago sincerit ate ejus dignas.**) Wir wollen jetzt sehen, dass Leibnitz seiner Sache einen sehr schlechten Schwung gegeben habe, indem er auf der Behauptung dieses Satzes steif beharrte, den er seinem Gegner vielmehr hätte einräumen sollen; denn alsdenn hätte er zwar die Nebensache verloren (deren Verlust ihm aber gar keinen Nachtheil bringen konnte), allein die Hauptsache würde er gewonnen haben; Herr Papin hätte auf folgende Art argumentiren können und auch sollen, um seinen Gegner auf seinem eigenen Geständnisse zu ertappen.

*) Dies heisst: Als ich in Florenz war, gab ich einem Freunde noch einen andern Beweis für die Möglichkeit, dass die ganze Kraft von einem grösseren Körper auf einen kleineren ruhenden übertragen werden könne. Dieser Beweis war denjenigen Beweisen verwandt, welche der berühmte Papinus in geistreicher Weise zu meiner Unterstützung aufgefunden hatte. und wofür ich ihm Dank schulde und hiermit seiner Offenheit entsprechend abstatte. — (A. d. H.)

Beweis, dass ein vierfacher Körper durch einen Stoss auf einen Hebel einem einfachen 4 Grade Geschwindigkeit mittheilen könne.

Wenn der vierfache Körper 1 *A* mit einem Grade Geschwindigkeit den Hebel in 1 *A* stösset, so ist augenscheinlich, dass er in einen anderen 2 *A*, der mit ihm von gleicher Masse ist und auch ebenso weit vom Ruhepunkte des Hebels abstehet, durch diesen Stoss seine ganze Kraft und Geschwindigkeit versetzen werde. Weil aber diese Geschwindigkeit, womit 2 *A* weggeprellet wird, eine Fortsetzung derjenigen Bewegung ist, womit der Hebel, indem er den Körper fortstösset, den unendlich kleinen Raum, 2 *A* 2 *a* zurückleget, so ist die Geschwindigkeit dieser unendlich kleinen Bewegung der Geschwindigkeit des fortgestossenen Körpers 2 *A*, und also derjenigen, womit 1 *A* den Hebel stösset, gleich; mithin wird diese Kugel 1 *A* in ihrem Anlaufe den Hebel die unendlich kleine Linie 1 *A* 1 *a* hinunterdrücken, und zwar wird dieselbe mit ebenderselben Geschwindigkeit, womit 1 *A* anläuft, zurückgelegt werden. Nun setze man anstatt des Körpers 2 *A* die Kugel 1 *B*, die viermal weniger Masse, als *A* hat, in vierfacher Entfernung vom Ruhepunkte *C*, und sehe, was für eine Hinderniss alsdenn der Körper *B* dem Körper *A*, indem dieser den Hebel aus 1 *A* in 1 *a* niederzudrücken bemühet ist, machen werde. Es ist bekannt, dass die *vis inertiae* oder der Widerstand, den ein Körper vermittelst seiner Trägheitskraft der Bewegung eines anderen in den Weg leget, seiner Masse proportioniret sei; nun ist aber eine viertheilige Masse in vierfacher Entfernung vom Ruhepunkte der Quantität einer einfachen in viertheiliger Entfernung gleich zu schätzen; also thut *B* in *B* dem Stosse des Körpers 1 *A* auf den Hebel, gerade nur so viel Widerstand, als der Körper 2 *A* = 1 *A* in 2 *A* würde gethan haben. So wird denn der Körper 1 *A* auch in diesem Falle, da sich die Kugel *B* anstatt der Kugel 2 *A* auf dem Hebel befindet, die un-

endlich kleine Linie 1 *A* 1 a mit dem Hebel zugleich durchlaufen, und zwar mit eben der Geschwindigkeit, wie im vorigen Falle, d. i. die so gross ist, als diejenige, womit er auf den Punkt 1 *A* anläuft. Es kann aber der Körper 1 *A* den Hebel aus 1 *A* in 1 *a* nicht niederdrücken, ohne zugleich das andere Ende in *B* aus *B* in *b* hinauf zu bewegen; die unendlich kleine Linie *Bb* aber ist viermal grösser, als 1 *A* 1 *a*; also wird der Körper *B* durch diesen Stoss des Hebels eine Geschwindigkeit erhalten, die gegen diejenige, womit *A* anläuft, vierfach ist.

Ebendasselbe auf eine andere Art erwiesen.

Dieses erhellet noch auf eine andere Art. Alle harte Körper können wir uns als elastisch, das ist, als dem Stosse weichend, aber wieder zurückspringend, vorstellen; also können wir dem steifen Hebel 1 *ACB* auch eine solche Federkraft beilegen. Der Körper 1 *A* also, der auf den Hebel mit dem Grade Geschwindigkeit, wie 1 anläuft, wendet seine ganze Kraft auf, indem er die Feder 1 *AC* spannet, und sie um den Raum 1 *A* 1 *a* aufdrücket. Nun sind die *Momenta* der Geschwindigkeit, welche diese Feder die ganze Zeit dieses Druckes hindurch, durch ihren Widerstand in dem Körper 1 *A* verzehret, denjenigen *Momentis* gleich, womit die Feder *C*2*A*, als der fortgesetzte Arm des Hebels, zu gleicher Zeit vermöge dieser Spannung durch den Raum 2 *A* 2 *a* aufspringet; mithin, wenn diese steife Linie bis *B* verlängert worden, sind die *Momenta* der Geschwindigkeit, womit die Feder *CB* aufspringet, indem der Hebel 1 *a CB* sich in die gerade Linie 1 *a Cb* wieder herstellet, viermal grösser, als die *Momenta*, womit er im Punkte 2 *A* zurückschläget (denn der Raum *bB*, den der Punkt *B* zu gleicher Zeit znrückeleget, ist viermal grösser, als 2 *A* 2 *a*). Allein wegen der vierfachen Entfernung des Punktes *B* vom Ruhepunkte *C* ist die Steife der Federn *CB* dennoch viermal schwächer, als die Steife der Feder *C*2A, daher muss man dagegen den Wider-

stand in *B* viermal kleiner machen, als in 2 *A*, und alsdenn bleibet das *Momentum* der Geschwindigkeit, das die Feder *CB* in den viertheiligen Körper *B* hineinbringt, vierfach, da hingegen das *Momentum*, welches die Feder *C*2*A* an den vierfachen Körper 2 *A* anwenden würde, einfach ist. Nun ist die Zeit, in der die Feder *CB* wirket, so gross, als diejenige, darin die *C*2*A* aufspringen würde, und die Geschwindigkeiten, die zwei Körper, 2 A und *B*, durch die Wirkung zweier Federn, *C*2*A* und *CB*, die gleich lange wirken, erhalten, sind wie die *Momenta* der Geschwindigkeiten, welche diese Federn in ihre Körper hineinbringen, mithin in dem Körper *B* viermal grösser, als in 2 *A*; da aber die Geschwindigkeit, die 2 *A* von dem Fortstosse der Feder *C*2*A* erhalten würde, der Geschwindigkeit, womit 1 *A* in 1 *A* anläuft, gleich ist, so wird die Geschwindigkeit, die der Körper *B* durch diesen Stoss des Körpers 1 *A* auf den Hebel erhält, viermal grösser sein, als diejenige war, womit 1 *A* seinen Stoss verrichtete. W. Z. E.

Wie Herr Papin hieraus gegen Leibnitz hätte argumentiren können.

Wir sehen also aus diesem zweifachen Beweise, dass ein vierfacher Körper einem einfachen durch einen einzigen Stoss eine vierfache Geschwindigkeit ertheilen könne. Dieses ist nach denen mechanischen Grundsätzen wahr, welche selbst die eifrigsten Vertheidiger der lebendigen Kräfte nicht würden in Zweifel zu ziehen im Stande sein. Herr Papin hätte hiedurch seinen Gegner rechtschaffen in die Enge treiben können, wenn er seines Vortheils wohl wahrgenommen hätte. Er hätte ihm sagen sollen: Ihr habt mir zugegeben, dass ein vierfacher Körper, vermittelst eines Hebels, in einen einfachen, dessen Distanz vom Mittelpunkte vierfach ist, alle seine Kraft hineinbringen könne; ich kann euch aber darthun, dass er bei diesen Umständen demselben vier Grade Geschwindigkeit ertheile; also hat ein einfacher Körper mit 4 Graden

Geschwindigkeit alle Kraft eines vierfachen mit 1 Grade, dieses ist aber der Punkt, um welchen gestritten wird, und den ihr mir zu leugnen verlanget.

§. 101.

So ist denn der fürchterlichste Streich unter allen, womit die lebendigen Kräfte der Schätzung des Cartesius gedrohet haben, leer ausgegangen. Nunmehro ist keine Hoffnung übrig, dass dieselbe nach diesem noch Mittel finden werden, sich aufrecht zu erhalten.

— — — *vires in ventum effudit, et ultro*
Ipse gravis graviterque ad terram pondere vasto
Concidit: ut quondam cava concidit aut Erymantho
*Aut Ida in magna radicibus eruta pinus.**)

Virg. Aen. Libr. V. 52.

§. 102.

Wir haben die vornehmsten Gründe der Leibnitzianer widerlegt.

Wir haben die ansehnlichsten und berühmtesten Gründe der Neuerung von den lebendigen Kräften bis daher angeführet, und Sorge getragen, dieser Secte nach dem Rechte der Wiedervergeltung alle die Vorwürfe und Zurechtweisungen zu bezahlen, welche sie den Schülern des Cartesius so häufig gemacht haben. Man würde mit Unrecht von uns verlangen, dass wir Alles, was in dieser Sache auf der Seite des Herrn von Leibnitz geschrieben worden, herbeiziehen sollten, um unserer Partei einen vollkommenen Triumph daraus zuzubereiten. Dieses würde heissen, von den Cedern auf dem Libanon an bis zu dem Ysop, der aus

*) Dies heisst: Seine Kräfte verhauchte er in die Luft, und es stürzte der schwere Mann mit seinem mächtigen Gewicht schwer zur Erde. So brach einst auf dem Erymanthus oder dem hohen Ida die mit den Wurzeln ausgerissene hohle Fichte zusammen. — (A. d. H.)

der Wand wächst, nichts verschonen, damit man sein Werk nur bereichern könne. Wir könnten noch mehr wie einen Streif in das Gebiet unserer Gegner thun, ihre Güter auszuplündern, und dem Anhange des Cartesius so viel Siegeszeichen und Triumphbogen errichten; allein ich glaube, meine Leser werden kein grosses Verlangen darnach bezeigen. Wenn man jemals mit Grunde gesagt hat, dass ein grosses Buch ein gross Uebel sei, so würde man es von einem solchen sagen können, welches, wie dieses, wenig andere Dinge, als lauter verschiedene Vertheidigungen ebenderselben Sache, und zwar einer abstracten Sache anziehet, endlich sie nur zu einem einzigen Endzwecke anziehet, nämlich sie alle zu widerlegen.

Wir können indessen diesem Missbrauche der Weitläuftigkeit nicht so gänzlich absagen, dass wir nicht noch einen Beweis herbeizuziehen berechtiget sein sollten, von dessen Verschweigung uns gleichwohl die ganze Anzahl der Gegner und Verfechter unserer Streitsache lossprechen würde. Dieser Beweis hat nur wegen des Ranges seines Verfassers einen Anspruch auf eine Stelle in dieser Abhandlung; allein er hat nicht die geringste in Betrachtung des Ansehens, darin er bei den Anhängern beider Parteien stehet. Die Leibnitzianer haben nicht geglaubet, dass er ihrer Meinung etwas nützen könne, und man hat nicht gesehen, dass sie zu demselben ihre Zuflucht genommen hätten, so sehr sie auch öfters in die Enge getrieben worden.

§. 103.

Ein Argument des Herrn Wolf.

Herr Wolf ist derjenige, von dem wir diesen Beweis haben, und den er, mit allem Gepränge der Methode ausgezieret, in dem ersten Bande des Petersburgischen Commentarii vorgetragen hat. Man kann sagen, dass die Hindurchführung seines Satzes durch eine grosse Reihe von vorhergehenden Sätzen, die vermittelst einer gestrengen Methode sehr genau zertheilet

und vervielfältiget werden, der Kriegslist einer Armee zu vergleichen ist, welche, damit sie ihrem Feinde ein Blendwerk mache und ihre Schwäche verberge, sich in viele Haufen sondert, und ihre Flügel weit ausdehnet.

Ein Jeder, der seine Abhandlung in dem angeführten Werke der Akademie lesen wird, wird befinden, dass es sehr schwer sei, in ihr dasjenige heraus zu suchen, was darin den rechten Beweis ausmacht, so sehr ist Alles vermöge der analytischen Neigung, die sich daselbst hervorthut, gedehnet und unverständlich gemacht worden. Wir wollen uns die Beschaffenheit seines Unternehmens einigermassen bekannt machen.

§. 104.

Der Hauptgrundsatz dieses Arguments.

Herr Papin hatte behauptet, man könne nicht sagen, dass ein Körper etwas gethan habe, wenn er gar keine Hindernisse überwältiget, keine Massen verrücket, keine Federn spannet u. s. w. Herr Wolf widerspricht ihm hierin, und zwar aus diesem Grunde: wenn ein Mensch eine Last durch einen gewissen Raum hindurch trägt, so ist Jedermann darin einig, dass er etwas gethan und ausgerichtet habe; nun träget ein Körper seine eigene Masse, vermöge der Kraft, die er in wirklicher Bewegung besitzet, durch einen Raum hindurch; eben hiedurch hat seine Kraft etwas gethan und ausgeübet. Herr Wolf verspricht im Anfange seiner Abhandlung sich dieses Grundes zu begeben, und unabhängig von demselben seinen Satz zu beweisen; allein er hat sein Wort nicht gehalten.

Nachdem er erkläret hatte, was er durch unschädliche Wirkungen (*effectus innocuos*) verstehe, nämlich solche, in deren Hervorbringung die Kraft sich nicht verzehret, so setzet er einen Satz zum Grunde, auf welchem sein Gebäude einzig und allein errichtet ist, und den wir ihm nur nehmen dürfen, um alle Bemühung seiner Schrift fruchtlos zu machen. *Si duo mobilia per spatia inaequalia transferuntur, effectus*

innocui sunt, ut spatia.†) Dieses ist der Satz, den wir meinen.*) Lasset uns sehen, wie er es angefangen hat, ihn zu beweisen. Er schliesset auf folgende Weise: wenn der Effect durch den Raum *A*, wie *e* ist, so ist derjenige Effect, der in einem gleichen oder ebendemselben Raum *A* geschiehet, auch *e*; folglich in dem Raum 2 *A* ist er 2 *e*, in dem Raum 3 *A* wird er 3 *e* sein, d. i. die Effecte werden in der Proportion der Räume stehen.

Sein Beweis beruhet also auf dieser Voraussetzung: wenn der Körper durch ebendenselben Raum gehet, so hat er auch ebendieselbe unschädliche Wirkung ausgeübet. Dieses ist der rechte Punkt der Verführung und des Irrthums, der sich hernach über seine ganze Schrift ausbreitete. Es ist nicht genug, dass nur der Raum ebenderselbe sei, wenn die Wirkung, die in ihm durch einen gleichen Körper verübet worden, auch dieselbe sein soll; man muss hiebei die Geschwindigkeit des Körpers, womit er den Raum zurückleget, mit in Erwägung ziehen. Wenn diese nicht ebenfalls gleich ist, so wird, aller der Gleichheit des Raums ungeachtet, die unschädliche Wirkung dennoch unterschieden sein. Dieses zu begreifen, müssen wir uns, so wie wir im 17. §. gethan haben, den Raum, den der Körper durchläuft, nicht als vollkommen leer, sondern als mit Materie, aber mit unendlich dünner, folglich unendlich wenig widerstehender Materie erfüllet vorstellen. Dieses geschieht nur, damit wir eine wahre Wirkung und ein gewisses Subject derselben haben; denn im Uebrigen bleibt es dennoch eine unschädliche Wirkung, so wie im Wolf'schen Argumente. Wenn also der Körper einen ebenso grossen

†) Dies heisst: Wenn zwei Körper sich durch ungleiche Räume bewegen, so verhalten sich ihre unschädlichen Wirkungen wie die Räume. — (A. d. H.)

*) Es hat also Herr Wolf in der Bewegung durch einen Raum, darin dem Körper nichts widerstehet, d. i. durch einen leeren Raum, demselben gewisse Wirkungen beigelegt, und dieser Wirkungen bedienet er sich hernach zu einem Maasse der Kraft des Körpers; folglich ist er seinem Versprechen nicht nachgekommen.

Raum, als ein anderer, der ihm gleich ist, zurückleget, so haben sie beide gleich viel Materie verrücket; aber deswegen noch nicht allemal gleiche Wirkung ausgeübet. Denn wenn der eine seinen Raum mit zweimal mehr Geschwindigkeit durchgelaufen hat, so haben alle Theilchen seines Raumes durch seine Wirkung auch zweimal mehr Geschwindigkeit von ihm erhalten, als die Theilchen des Raumes, den der andere Körper mit einfacher Geschwindigkeit durchläuft; folglich hat der erstere Körper eine grössere Wirkung ausgeübet, obgleich die Masse und der zurückgelegte Raum in beiden gleich war.

§. 105.

Noch ein Hauptgrund des Wolf'schen Schediasmatis.

So ist denn der Grundsatz aller Schlüsse des Herrn Wolf augenscheinlich falsch, und streitet wider dasjenige, was man von den Begriffen des Wirkens und der Bewegung am allerklärsten und gewissesten beweisen kann. Wenn man einmal geirret hat, so ist die Folge nichts Anderes, als eine Kette von Irrthümern. Herr Wolf ziehet aus seinem Grundsatze einen anderen, der seinem System eigentlich alle die grossen Folgerungen, die den Leser so unvermuthet überraschen und in Verwunderung setzen, darbietet. Er heisst: weil in gleichförmiger Bewegung die Räume in zusammengesetzter Verhältniss der Geschwindigkeiten und Zeiten sind, so sind die unschädlichen Wirkungen, wie die Massen, Zeiten und Geschwindigkeiten zusammen. Hierauf bauet er das Theorem: *actiones, quibus idem effectus producitur, sunt ut celeritates.**)

Wird widerlegt.

In dem Beweise dieses Lehrsatzes findet sich ein Fehlschluss, der womöglich noch härter ist, als der, welchen wir kaum bemerket haben. Er hatte bewiesen,

*) Dies heisst: Kräfte, welche gleiche Wirkungen hervorbringen, verhalten sich wie die Schnelligkeiten. — (A. d. H.)

dass, wenn zwei gleiche Körper einerlei Wirkung in ungleicher Zeit ausrichten, ihre Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Zeiten verhalten, darin die gleichen Wirkungen hervorgebracht werden, das heisst: dass der Körper, der seine Wirkung in halber Zeit vollendet, zwei Grade Geschwindigkeit habe, da der andere im Gegentheil, der die ganze Zeit dazu aufwenden muss, nur einen Grad besitzet. Hieraus schliesset er: weil Jedermann gestehet, diejenige Action sei zweimal grösser, die in zweimal kürzerer Zeit, als eine andere ihre Wirkung vollbringet, so werden die Actiones in diesem Falle in umgekehrter Verhältniss der Zeiten, d. i. der geraden von den Geschwindigkeiten sein. Hierauf gehet er weiter fort, und erwäget den Fall, da zwei verschiedene Körper einerlei Wirkung in gleicher Zeit ausüben. Er zeiget, dass in diesem Falle die Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniss der Massen sein werden, und schliesset ferner also: *quoniam hic eadem est ratio massarum, quae in casu priori erat temporum, ratio vero celeritatum eodem modo se habet, perinde est, sive massae diversae et tempus idem, sive massae sint eaedem et tempus diversum etc.**) Dieser Schluss ist ein Ungeheuer, nicht aber ein Argument, das man in einer mathematischen Abhandlung finden sollte. Man erinnere sich, dass in dem vorigen Falle nur deswegen sei gesagt worden: die *Actiones* zwei gleicher Körper, welche in ungleichen Zeiten gleiche Wirkungen ausrichten, seien umgekehrt wie die Zeiten, weil diejenige *Action*, die eine Wirkung in kürzerer Zeit ausrichtet, ebendeswegen, und auch in ebendemselben Maasse grösser ist, als eine andere, welche dazu mehr Zeit aufwendet. Also hat dieser Schluss aus diesem Grunde statt, weil die Kürze der Zeit, darin eine Wirkung vollendet wird, jederzeit von

*) Dies heisst: Da hier die Massen sich so verhalten, wie in dem vorgehenden Falle die Zeiten und die Geschwindigkeiten sich gleich verhalten, so ist es gleich, ob die Massen verschieden und die Zeit gleich ist, oder ob die Massen gleich und die Zeiten verschieden sind u. s. w. (A. d. H.)

einer desto grösseren *Action* zeuget. Allein wenn ich, wie hier in dem zweiten Falle, anstatt der Ungleichheit der Zeiten die Ungleichheit der Massen setze und dagegen die Zeiten gleich mache, so siehet man leicht, dass die Ungleichheit der Massen die Folge nicht habe, welche die Ungleichheit der Zeiten hat. Denn bei der ersteren hatte der Körper, der in kleinerer Zeit seine Wirkung vollendete, ebendeswegen, weil die Zeit kleiner war, eine grössere *Action* ausgeübet; allein hier hat der Körper, der eine kleinere Masse hat und mit derselben in gleicher Zeit ebensoviel Wirkung, als der andere ausrichtet, nicht wegen der Kleinigkeit seiner Masse eine grössere Activität. Dies wäre ganz ungereimt zu sagen; denn die Kleinigkeit der Masse ist ein wahrer und wesentlicher Grund, worauf vielmehr die Kleinigkeit der Activität beruhet, und wenn ein Körper ohnerachtet dieser Kleinigkeit der Masse dennoch in gleicher Zeit ebensoviel Wirkung, als ein anderer ausübet, so kann man nur schliessen, dass das, was seiner *Actioni* wegen einer geringeren Masse abgehet, durch eine grössere Geschwindigkeit ersetzet und ausgefüllet, und dadurch der *Actioni* des anderen gleich gemacht worden. Also, wenn die Massen ungleich, die Zeiten und Wirkungen aber gleich sind, so kann man nicht sagen: die *Actiones* der Körper verhalten sich umgekehrt wie ihre Massen, obwohl in dem Falle der ungleichen Zeiten und gleichen Massen diese Proportion in Ansehung der Zeiten und *Actionum* statthatte. Es ist daher nicht einerlei: ob die Massen ungleich und die Zeiten gleich, oder ob die Zeiten ungleich und die Massen gleich sind.

So ist denn derjenige Beweis, worauf ein Haupttheorem in der Wolf'schen Abhandlung gegründet worden, ungültig und unnütze; also werden die lebendigen Kräfte daselbst kein Land finden, das sie nähren kann.

Es giebt zuweilen in einer Schrift gewisse mässige Fehler, die sich nicht sehr weit ausbreiten und die Gültigkeit der Hauptsache nicht gänzlich verderben. Allein in derjenigen, von welcher wir reden, laufen die Sätze an der Methode als an einem Seile herab; daher

machen ein oder zwei Irrthümer das ganze System verwerflich und unbrauchbar.

§. 106.

Wir haben noch keine Dynamik.

Herr Wolf hatte in seiner Abhandlung das Vorhaben, uns die erste Grundlage zu einer Dynamik zu liefern. Sein Unternehmen ist unglücklich ausgefallen. So haben wir denn noch zur Zeit keine dynamischen Grundsätze, auf welche wir mit Recht bauen können. Unsere Schrift, welche die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte darzulegen verspricht, sollte diesen Mangel ergänzen. Das dritte Kapitel soll hievon einen Versuch machen; allein darf man wohl hoffen, dass man das Ziel treffen werde, da es einem von den Versuchtesten in dieser Art der Betrachtung nicht gelungen ist, es zu erreichen?

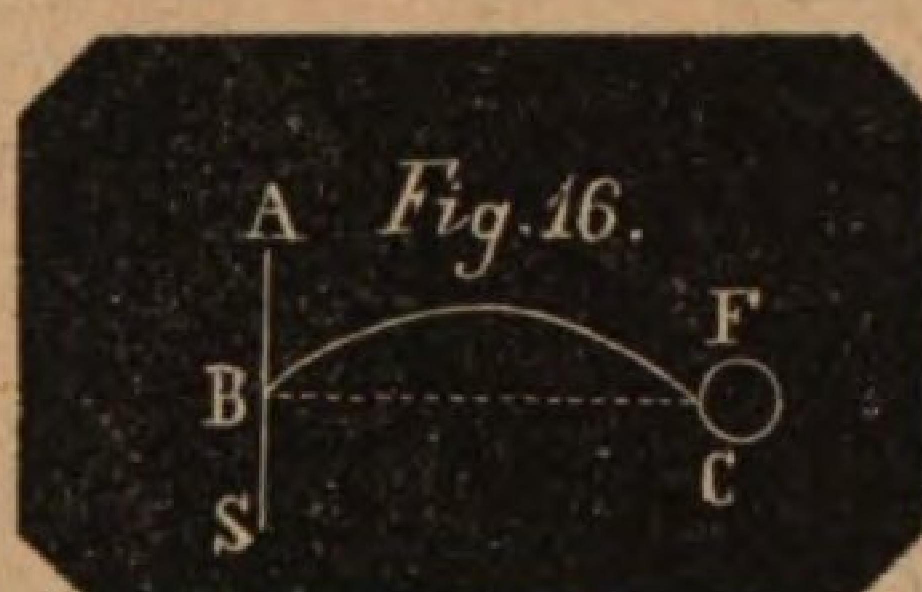
§. 107.

Das Argument des Herrn von Musschenbroeck.

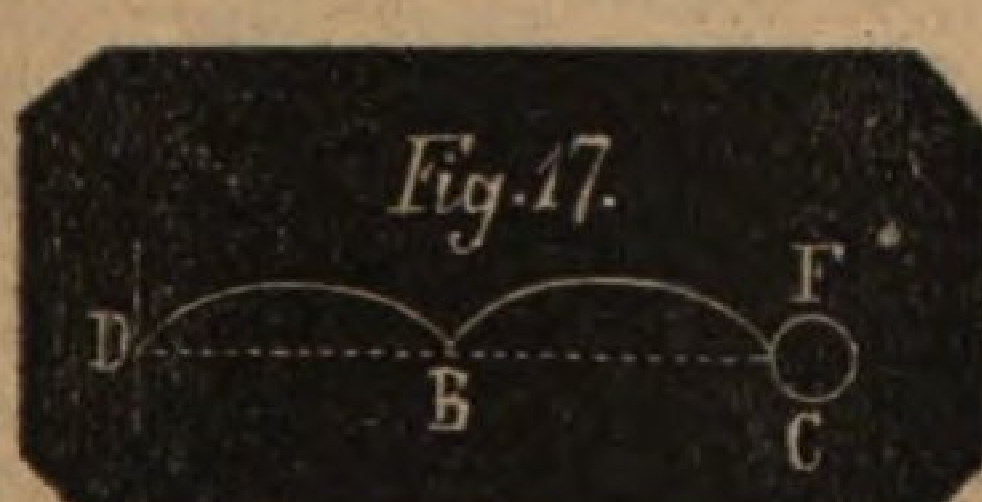
Eben da ich im Begriff bin, die Widerlegung der Gründe, worauf die berühmtesten Leibnitzianer ihre Kräfteschätzung gründen, mit dem vorhergehenden Falle zu beschliessen, erhalte ich die vom Herrn Professor Gottsched übersetzten Grundlehren der Naturwissenschaft des Herrn Peter von Musschenbroeck, die in der Ostermesse dieses 1747. Jahres an das Licht getreten sind. Dieser grosse Mann, der grösseste unter den Naturforschern dieser Zeit, an dessen Meinungen das Vorurtheil und der Secteneifer weniger, als an irgend eines anderen Menschen Lehrsätzen einen Antheil hat, dieser so berühmte Philosoph, hat die Schätzung des Herrn von Leibnitz erstlich seiner mathematischen Untersuchung, hernach den Versuchen, die er so geschickt zu machen weiss, unterworfen und in beiden bewährt befunden. Dieser letztere Weg, den er genommen hat, gehört nicht zu gegenwärtigem Hauptstücke; allein der erstere gehöret zu demselben. Die Absicht dieser Abhandlung erfordert

es von mir, die Schwierigkeiten, die der berühmte Verfasser daselbst der Schätzung des Cartesius machet, zu erwägen, und sie womöglich von dem Gegenstande, dessen Vertheidigung unser Geschäft ist, abzuwenden. Werden mir aber nicht die engen Grenzen dieser Blätter, oder damit ich mich offenherzig ausdrücke, die erstaunliche Ungleichheit, die sich hier hervorthut, unüberwindliche Hindernisse setzen?

Lasst uns sehen, was für Gründe es gewesen sind, die ihm in der mathematischen Erwägung Leibnitz's Gesetze zu beweisen geschienen haben. Wenn eine gewisse äusserliche Ursache, die sich mit dem gedrückten Körper zugleich mit beweget, z. E. eine Feder *BC* (Fig. 16.), die an dem Widerhalte *AS* befestiget einen

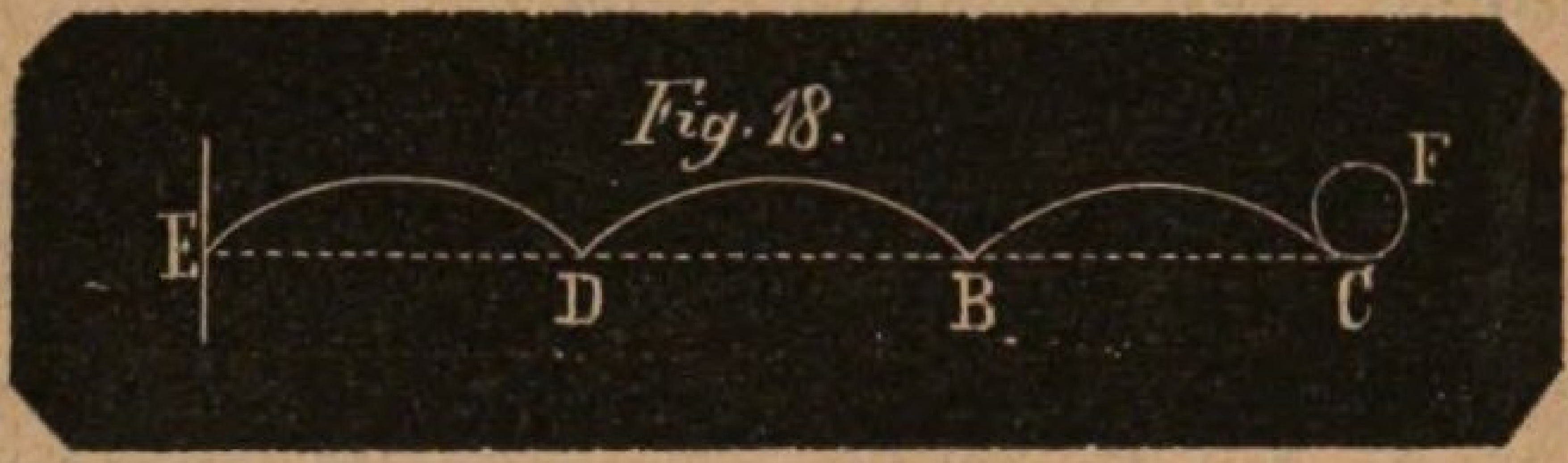


Körper *F* fortstösset, gegeben ist, so wird sie demselben, wenn er in Ruhe ist, 1 Grad Geschwindigkeit ertheilen. Sobald aber dieser Körper diesen Grad schon besitzet, so werden zweimal mehr Federn erfordert, ihm den zweiten Grad der Geschwindigkeit zu geben. Denn wenn sich die einfache Feder noch einmal allein ausstreckete, so würde der Körper, der sich schon mit

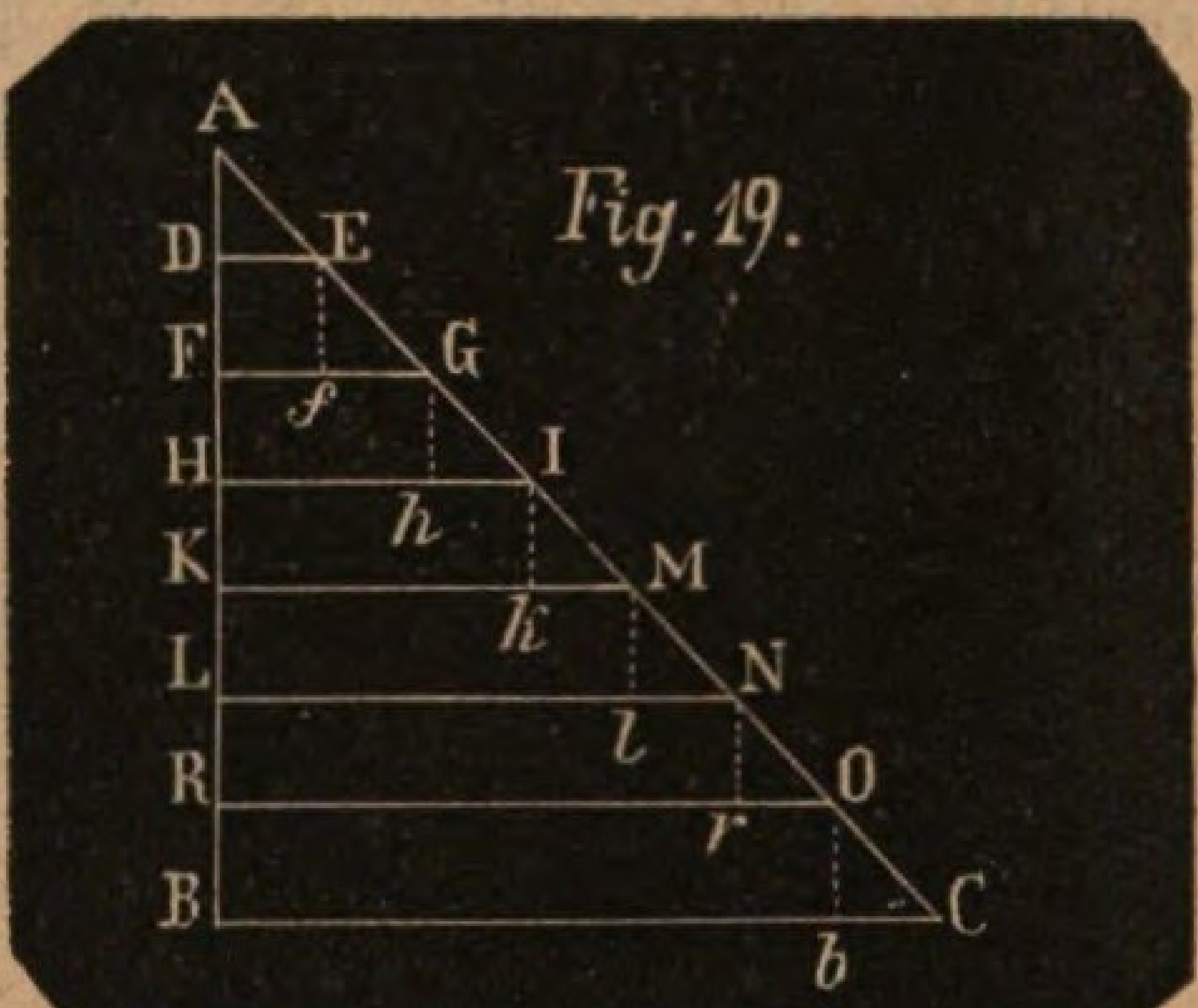


eben dem Grade Geschwindigkeit wirklich beweget, womit die Feder sich ausdehnet, dieselbe fliehen und ihre Drucke nicht in sich aufnehmen. Allein es muss die zweite Feder *DB* (Fig. 17.) hinzukommen, die da machet, dass der Punkt *B*, an welchem sich die Feder

BC steifet, dem Körper mit der Geschwindigkeit, damit er entfliehen würde, nachfolge, und dass auf diese Weise der Körper *F* wie anfänglich in Ansehung der Feder *BC* ruhe, damit er, wenn diese sich ausstrecket, den Grad der Geschwindigkeit wie 1 erhalte. Ebenso werden drei Federn (Fig. 18.) *ED*, *DB*, *BC*, erfor-



dert, um dem Körper *F*, der schon an sich 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, nur den dritten zu ertheilen. Einem Körper, der schon 100 Grade hat, einen einzigen neuen zu ertheilen, werden 101 Federn erfordert, und so weiter. Also ist die Anzahl der Federn, die nöthig sind, einem Körper einen gewissen Grad Geschwindigkeit zu geben, wie die Anzahl der Grade, in welche die ganze Geschwindigkeit des Körpers zertheilet ist; d. i. die ganze Kraft der Federn, die einem Körper einen Grad Geschwindigkeit mittheilen, ist wie die ganze Geschwindigkeit, die der Körper alsdenn



haben würde, wenn er diesen Grad besässe. Nun sind in dem Triangel *ABC* (Fig. 19.), dessen *Cathetus AB* in gleiche Theile getheilet worden, die Linien *DE*, *FG*, *HI* etc., wie die Linien *AD*, *AF*, *AH*, folglich

kann man sich der Linie *D E* bedienen, um diejenige Feder anzuzeigen, die dem Körper den ersten Grad Geschwindigkeit *A D* ertheilet; die zweimal grössere Linie *F G*, um die zweifache Feder anzuzeigen, die den zweiten Grad Geschwindigkeit *D F* hervorbringt; die Linie *H I*, um die dreimal grössere Feder anzudeuten, die den dritten Grad Geschwindigkeit *F H* erwecket u. s. w. Wenn man sich diese Linien *D E*, *F G* etc. unendlich nahe gedenket, so werden sie nach der Methode des unendlich Kleinen, die Cavalerius in die Messkunst eingeführt hat, den ganzen Inhalt des Triangels *A B C* ausmachen. Also ist die Summe aller Federn, die in einem Körper die Geschwindigkeit *A B* erzeugen, wie die Fläche *A B C*, d. i. wie das Quadrat der Geschwindigkeit *A B*. Diese Federn aber stellen die Kräfte vor, welche zusammen in dem Körper gedachte Geschwindigkeit hervorgebracht haben, und wie sich die Anzahl Kräfte, die in einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft; also ist die Kraft eines Körpers wie das Quadrat der Geschwindigkeit, die er besitzet.

§. 108.

Untersuchung dieses Argumentes.

Ich glaube, ein Anhänger des Cartesius würde Folgendes gegen diesen Beweis einwenden.

Wenn man die in einen Körper übertragene Kraft nach der Summe gewisser Federn schätzen will, so muss man nur diejenigen Federn nehmen, die ihre Gewalt in den Körper wirklich hineinbringen; allein diejenigen, die in ihn gar nicht gewirket haben, kann man auch nicht gebrauchen, um eine ihnen gleiche Kraft in den Körper zu setzen. Dieser Satz ist einer von den allerdeutlichsten der Mechanik, und den nie ein Leibnitzianer in Zweifel gezogen hat. Der Herr von Musschenbroeck selber bekennet sich zu demselben am Ende seines Beweises; denn dieses sind seine Worte: wie sich die Anzahl Kräfte, die in einen

Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft. Wenn aber ein Körper F, der sich schon mit einem Grad Geschwindigkeit beweget, durch die Ausstreckung der zweien Federn DB, BC den zweiten Grad erhält; so wirket von diesen zweien Federn nur BC in ihn, DB aber bringet nichts von ihrer Spannungskraft in ihn hinein. Denn die Feder DB strecket sich mit einem Grade Geschwindigkeit aus; der Körper F aber beweget sich auch schon wirklich mit einem Grade; also fliehet F den Druck dieser Feder, und dieselbe wird ihn in ihrer Ausbreitung nicht erreichen können, um die Kraft ihrer Ausspannung in ihn zu übertragen. Sie thut weiter nichts, als dass sie den Widerhalt B, an welchem sich die Feder BC steifet, dem Körper F mit eben der Geschwindigkeit, womit er sich beweget, nachträget, damit derselbe, in Ansehung dieses Körpers, ruhe, und die Feder BC ihre ganze Kraft, die wie 1 ist, in ihn hineinbringe. Sie ist also keine wirkende, sondern nur eine Gelegenheitsursache der Kraft, die auf diese Weise in F zu der ersten hinzukommt; die einzige Feder BC aber ist die wirkende Ursache derselben. Ferner, wenn dieser Körper schon 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, so ertheilet ihm unter den dreien gleichen Federn ED, DB, BC, nur die einzige BC ihre Kraft und auch den dritten Grad der Geschwindigkeit u. s. w. ins Unendliche. Also wenn DE (Fig. 19.) die erste Feder ist, deren Kraft in den Körper F hineingekommen, und den ersten Grad Geschwindigkeit AD in ihm erwecket hat, so hat die Feder fG, die ihr gleich ist, ihm den zweiten Grad Geschwindigkeit gegeben und ihre Kraft in ihn übertragen; die Feder hI den dritten Grad u. s. w., folglich macht die Summe der Federn $DE + fG + hI + kM + lN + rO + bC = BC$ die ganze Grösse der Kraft aus, die an den Körper F von seiner Ruhe an angewandt worden, und die in ihm die Geschwindigkeit AB erwecket hat. Es verhält sich aber BC wie AB, und BC ist die Kraft, AB aber die Geschwindigkeit; also ist die Kraft wie die Geschwindigkeit, und nicht wie das Quadrat derselben.

§. 109.

Neuer Fall zur Bestätigung des Cartesianischen Kräftemaasses.

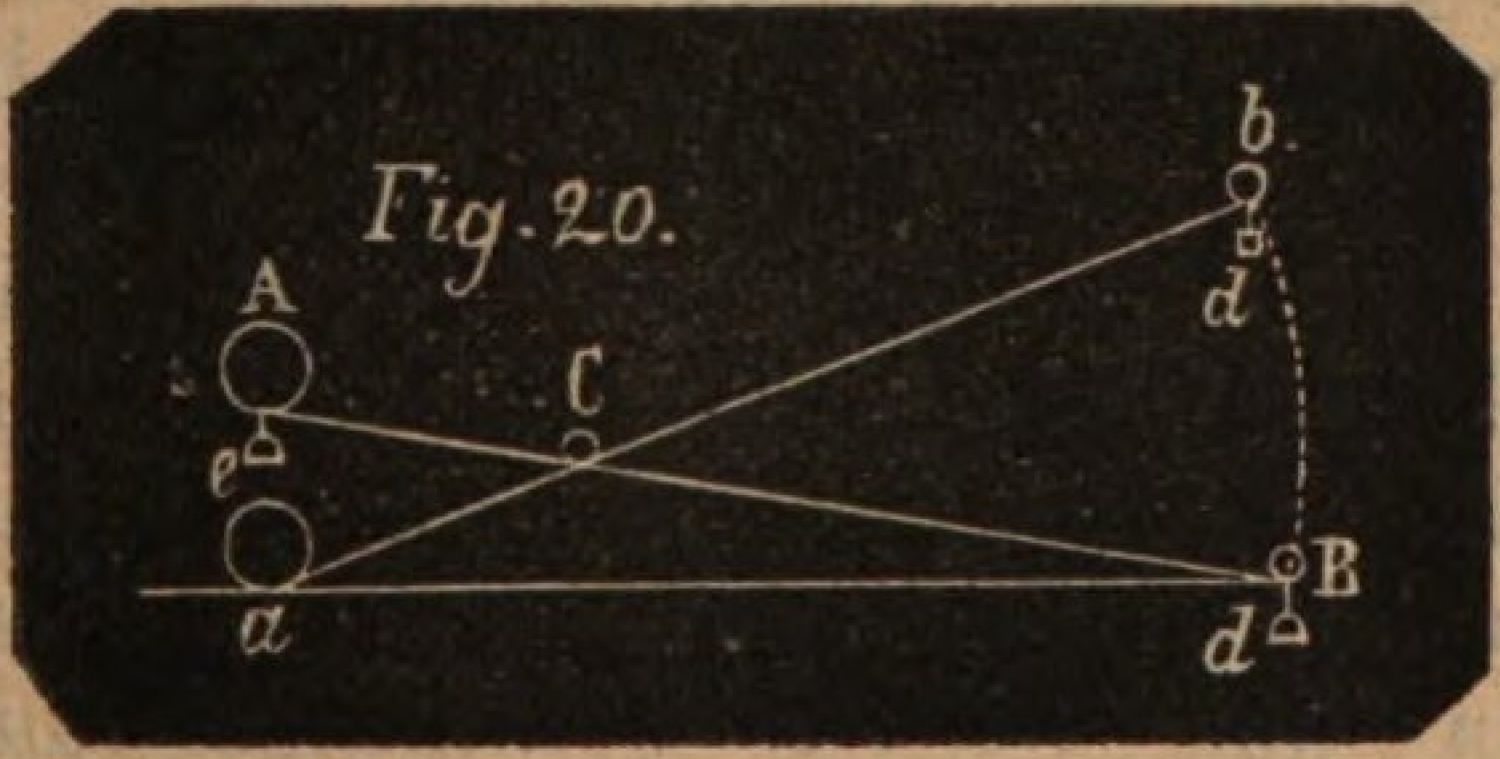
Nunmehr sind wir über alle die Schwierigkeiten hinweg, die uns in der Behauptung des Cartesianischen Gesetzes entgegenstehen könnten. Wir wollen es aber hiemit noch nicht gut sein lassen. Eine Meinung, die einmal im Besitze des Ansehens und sogar des Vorurtheiles ist, muss man ohne Ende verfolgen und aus allen Schlupfwinkeln herausjagen. Eine solche ist wie das vielköpfige Ungeheuer, das nach jedem Streiche neue Köpfe aushecket.

Vulneribus foecunda suis erat ille; nec ullum
De centum numero caput est impune recisum,
*Quin gemino cervix haerede valentior esset.**)

Ovid. Metam.

Ich würde es mir für sehr rühmlich halten, wenn man an diesem Werke tadelte, dass es die Leibnitz'sche Kräfteschätzung überflüssig und mit mehr Gründen, als es nöthig gewesen wäre, widerlegt hätte; allein ich würde mich schämen, wenn ich es daran hätte ermangeln lassen.

Nehmet eine inclinirte Schnellwage (Fig. 20.)



ABC, deren ein Arm *CB* gegen den anderen *AB* vierfach, der Körper *B* aber, der das Ende des vier-

*) Dies heist: Er wurde durch seine Wunden fruchtbar; kein Haupt wurde ungestraft ihm von den hundert Häuptern abgehaun, ohne dass nicht der Nacken durch einen doppelten Nachfolger immer kräftiger wurde. — (A. d. H.)

fachen Armes drücket, gegen den anderen *A* viertheilig ist. Diese werden in der Lage, darin wir sie gesetzet haben, ruhen und gegen einander vollkommen im Gleichgewichte stehen. Hänget zu dem Körper *A* noch ein kleines Gewicht *e* hinzu, so wird der Körper *B* durch den Bogen *Bb* gehoben und *A* dagegen durch den Bogen *Aa* herabsinken, der Körper *B* aber wird in dieser Bewegung viermal mehr Geschwindigkeit, als *A* erhalten. Nehmet das Gewicht *e* hinweg und hänget dagegen ein viermal kleineres *d* zu dem Körper *b* an das Ende des Wagarmes *CB* hinzu, so wird *b* durch den Bogen *bB* niedergedrückt, *a* aber durch den Bogen *aA* hinaufgehoben werden; *b* aber, welches einerlei mit *B* ist, wird hiedurch ebensoviel Geschwindigkeit, als in dem ersten Falle erhalten, imgleichen *a*, welches einerlei mit *A* ist, wird seine Geschwindigkeit, die in ihn im ersteren Falle hineingebracht wurde, nun ebenfalls bekommen; nur mit diesem Unterschiede, dass die Richtung der Bewegungen umgekehrt wird. Da nun die Wirkung, welche das angehängte Gewicht *e* ausübet, in der Kraft, die der Körper *A* und *B* zusammen haben, bestehet, und die Wirkung, die das viermal kleinere *d* ausrichtet, ebenfalls in derjenigen Kraft, welche $b = B$ und $a = A$ hiedurch zusammen erhalten, zu setzen ist, so ist klar, dass diese Gewichte *e* und *d* gleich grosse Wirkungen ausgeübt, folglich gleich viel Kraft müssen angewandt und also auch gehabt haben. Es sind aber die Geschwindigkeiten, womit diese Gewichte *e* und *d* wirken (nämlich sowohl ihre Anfangsgeschwindigkeiten, als die endlichen Geschwindigkeiten, die sie durch die Häufung aller dieser Drückungen erhalten), umgekehrt wie ihre Massen; also haben zwei Körper, deren Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniss ihrer Massen sind, gleiche Kräfte; welches die Schätzung nach dem Quadrate umwirft.

§. 110.

Leibnitz's Zweifelsknoten.

Die Cartesianer haben den Vertheidigern des neuen Kräftemaasses niemals mit mehr Zuversicht Trotz bieten

können, als nachdem Herr Jurin den Fall gefunden hat, dadurch man auf eine einfache Art und mit sonnenklarer Deutlichkeit einsiehet, dass die Verdoppelung der Geschwindigkeit jederzeit nur die Verdoppelung der Kraft setze. Herr von Leibnitz leugnete dieses insbesondere in dem Versuche einer dynamischen Abhandlung, die er den *Actis* (1695, *p.* 155.) einverleibet. Man höre ihn nur folgendergestalt reden. *Cum igitur comparare vellem corpora diversa, aut diversis celeritatibus praedita, equidem facile vidi: si corpus A sit simplum et B duplum, utriusque autem celeritas aequalis, illius quoque vim esse simplam, hujus duplam, cum praecise quicquid in illo ponitur semel, in hoc ponatur bis. Nam in B est bis corpus ipsi A aequale, et aequivelox, nec quicquam ultra. Sed si corpora A et B sint aequalia, celeritas autem in A sit simpla, et in C dupla, videbam non praecise, quod in A est, duplari in C.**) Diesen Knoten hat Herr Jurin durch den leichtesten Fall von der Welt aufgelöset.

Auflösung des Herrn Jurin.

Er nahm eine bewegliche Fläche, z. E. einen Kahn *AB* (Fig. 21.) an, der sich nach der Richtung *BC*, mit der Geschwindigkeit wie 1 beweget und die

*) Dies heisst: Indem ich also unterschiedene Körper oder Körper mit unterschiedenen Schnelligkeiten vergleichen wollte, so erkannte ich leicht, dass, wenn der Körper *A* einfach und der Körper *B* doppelt so gross ist, ihre beiderseitige Geschwindigkeit aber gleich ist, auch die Kraft von *A* einfach und die von *B* doppelt so gross ist, da das, was in den einen genau einmal gesetzt wird, in den andern zweifach gesetzt wird. Denn in dem Körper *B* sind zwei, dem *A* gleiche Körper enthalten, die mit *A* gleiche Schnelligkeit haben und sonst nichts. Wenn aber die Körper *A* und *B* einander gleich sind und die Schnelligkeit in *A* einfach, in *C* aber zweifach, so sah ich nicht mit Bestimmtheit ein, dass das, was in *A* war, in *C* verdoppelt sei. — (A. d. H.)

Kugel *E* mit gleicher Bewegung mit sich wegführet. Diese Kugel hat also durch die Bewegung der Fläche die Geschwindigkeit 1, und auch die Kraft 1. Er nimmt ferner auf dieser Fläche eine Feder *R* an, die



an dem Widerhalte *D* losschnellet, und der gedachten Kugel *E* für sich noch einen Grad Geschwindigkeit, und also auch einen Grad Kraft ertheilet. Also hat dieselbe zusammen zwei Grade Geschwindigkeit, und mit demselben zwei Grade Kraft empfangen. Es ziehet folglich die Verdoppelung der Geschwindigkeit nichts mehr, als die Verdoppelung der Kraft nach sich, und nicht, wie die Leibnitzianer sich fälschlich überreden, die Vervierfachung derselben.

Dieser Beweis ist unendlich deutlich und leidet gar keine Ausflucht, denn die Bewegung der Fläche kann nichts mehr thun, als dass sie dem Körper eine Geschwindigkeit, die ihr gleich ist, das ist, eine einfache Geschwindigkeit, und folglich auch eine einfache Kraft ertheile. Die Feder *R* aber, weil sie eine gemeinschaftliche Bewegung mit der Fläche und der Kugel zugleich hat, wirket mit nichts, als ihrer Spannungskraft. Diese nun ist gerade so gross, dass sie einem Körper, wie der unsrige ist, nicht mehr, wie einen Grad Geschwindigkeit, und also auch nur einen Grad Kraft ertheilen könne. Also wird man in Allem, was in die Konstruktion dieses Problems hineinkommt, nichts mehr als die Ursache zu 2 Graden Kraft antreffen, man mag sich wenden, wohin man wolle, und demnach werden in dem Körper wirklich 2 Grade Geschwindigkeit vorhanden sein.

§. 111.

Der Frau von Chastelet Einwurf gegen Jurin's Argument.

Die Marquisin von Chastelet hat dieses Argument des Herrn Jurin bestritten, aber auf eine Art, deren Schwäche zu bemerken sie scharfsinnig genug wäre, wenn die Neigung gegen eine Meinung, auf welche einmal die Wahl gefallen, nicht einer schlimmen Sache den schönsten Anstrich geben könnte.

Sie hat Folgendes eingewandt. Der Kahn *AB* ist keine unbewegliche Fläche; folglich wenn sich die Feder *R* gegen den Widerhalt *D* steifet, so wird sie in den Kahn gewisse Kräfte hineinbringen, und man wird also in der Masse des Kahns die zwei Grade Kraft wieder finden, die man in dem Körper *E* nach Leibnitz'scher Schätzung vermisset.

§. 112.

In dieser Ausflucht findet sich der Fehler desjenigen Trugschlusses, den man *fallaciam ignorationis elenchi* nennet. Sie greift das Argument ihres Gegners nicht eigentlich da an, wo er den Nerven seines Beweises hineingelegt hat; sondern bekümmert sich um einen zufälligen Nebenumstand, der ihrer Meinung günstig zu sein scheinet, der aber dem Jurin'schen Beweise nicht nothwendig anklebet. Wir können diesen Stein des Anstosses leicht aus dem Wege räumen. Es hindert uns nichts, uns den Kahn *AB* als durch eine solche Kraft getrieben vorzustellen, die ihm nicht verstattet, vermöge der Anstrengung der Feder gegen *D*, in die Richtung *AF* im Geringsten zurückzuweichen. Man darf ihn zu diesem Ende nur von unendlich grosser Masse gedenken. Der Kahn wird alsdenn durch die endliche Kraft der Feder *R* nur unendlich wenig, d. i. gar nicht weichen; also wird der Körper

eben die Kraft von dieser Feder erhalten, als wenn dieselbe, gegen einen gänzlich unbeweglichen Widerhalt gespannet, losschnellete, d. i. er wird ihre ganze Kraft erhalten.

§. 113.

Herrn Richter's Einwurf gegen Jurin's Argument.

Herr Richter, der in dem Verzeichnisse Derjenigen, welche zu der Emporhaltung des neuen Kräftemaasses ihren Beitrag gethan haben, keine geringe Stelle verdienet, hat einen etwas scheinbaren Einwurf gegen Jurin's Argument vorgebracht.*)

Er glaubt, ebendieselbe Kraft könne in Relation gegen verschiedene Dinge sehr ungleich sein. Die Feder *R* habe der Kugel *E* zwar in Ansehung derer Dinge, die sich mit dem Kahne zugleich in einer Richtung und Geschwindigkeit bewegen, eine Kraft wie 1 ertheilet, allein in Ansehung derer Gegenstände, die da ausserhalb dem Kahne wirklich ruhen, habe die Feder der Kugel nicht eine einfache, sondern dreifache Kraft gegeben.

Ich möchte gerne wissen, wo doch die zwei Grade Kraft, die nach Herrn Richter's Meinung der Körper *E* in Relation gegen die ruhenden Gegenstände erhält, herkommen sollten; denn sie können doch nicht wegen einer leeren Abstraction oder eines müssigen Gedankens in ihm entstanden sein; sondern es müssen durchaus thätige Ursachen und Kräfte sein, wodurch sie hätten hervorgebracht werden sollen. Wenn aber Alles gegen die äusseren Dinge in absoluter Ruhe ist, und der Kahn fängt an, sich mit einem Grade Geschwindigkeit zu bewegen, so entsteht in dem Körper *E* hiedurch ein Grad absoluter Kraft. Von da an thut der Kahn schon keine Wirkung mehr in den Körper; denn er ruhet in Ansehung seiner, allein die Spannungskraft der Feder fängt an, ihre Thätigkeit auszulassen. Diese hat nun gerade nur so viel, als zur

*) *Act. Erud.* 1735 *p.* 511.

Hervorbringung eines Grades Kraft erfordert wird; mehr wird man in ihr vergeblich suchen. Es ist also in dem Körper nicht mehr absolute Wirkung verübt worden, als nur so viel man zu 2 Graden Kraft rechnet. Wenn nun in Relation gegen die ruhenden Dinge, d. i. in absolutem Verstande, in dem Körper 4 Grade Kraft entstanden sein sollten, und es wären dennoch nicht mehr, wie 2 Grade absolute Wirkung in demselben ausgeübt worden, so müssten 2 Grade von Ohngefähr und ohne Ursache entstanden oder aus dem Nichts hervorgekrochen sein.

Man kann zu gänzlicher Vermeidung alles Scrupels, wenn anders in einer so klaren Sache einiger Scrupel statt hat, den Fall des Herrn Jurin so einrichten, dass, wenn Alles in absoluter Ruhe ist, der Körper *E* zuerst von der Feder einen Grad Geschwindigkeit überkomme, indessen dass der Kahn noch ruhet; so wird unstrittig diese erlangte Kraft des Körpers *E* eine absolute Kraft sein. Wenn nun der Kahn sich alsdenn auch anfängt mit einem Grade zu bewegen, so ist dieses wiederum eine absolute Bewegung, weil er vorher gegen alle Dinge ruhete. Er theilet also allem demjenigen, was zu seiner Masse gehöret, folglich auch dem Körper *E*, wiederum einen Grad Kraft mit, der, weil die Ursache, die ihn erzeugte, in absoluter Bewegung gewirket hat, von derselben nicht mehr wie einfach sein kann. Also entspringen auch auf diese Weise in Allem nicht mehr wie 2 Grade Kraft für den Körper *E*.

Herr Richter sucht sich noch mit einer anderen Ausflucht, die er von dem Stosse elastischer Körper hernimmt, herauszuwickeln. Allein seine Rechtfertigung ist auf der gemeinen Hypothese der Leibnitzianer erbauet: dass man nach dem Stosse elastischer Körper gerade die Kraft, die vor dem Stosse war, antreffen müsse. Wir haben diese Voraussetzung widerlegt; also ist es nicht nöthig, sich mit Herrn Richter hier insbesondere einzulassen.[53]

§. 113a.

Zusätze und Erläuterungen,

die einige Stücke dieses Kapitels betreffen.

I. Erläuterung zum 25. §.

Weil das Theorem dieses Paragraphen die vornehmste Grundveste unserer gegenwärtigen Betrachtung ist, so wollen wir es unter einer etwas deutlicheren Gestalt vortragen.

Deutlicherer Vortrag des 25. §.

Das Merkmal einer wirklichen Bewegung ist eine endliche Dauer derselben. Diese Dauer aber, oder die von dem Anfange der Bewegung verflossene Zeit ist unbestimmt, kann also nach Belieben angenommen werden. Wenn demnach die Linie *AB* (Fig. 2.) die während der Bewegung verfliessende endliche Zeit vorstellet, so hat der Körper in *B* eine wirkliche Bewegung, ferner in *C*, als der Hälfte, auch in *D*, als dem Punkte des Viertheiles, und so fort an allen noch kleineren Theilen dieser Zeit, man mag sie ins Unendliche so klein machen, als man will; denn dieses erlaubet der unbestimmte Begriff ihrer Grösse. Also kann ich diese Zeit unendlich klein gedenken, ohne dass hiedurch dem Begriffe der Wirklichkeit der Bewegung etwas abgehet. Wenn aber die Zeit dieser Dauer unendlich klein ist, so ist sie wie nichts zu rechnen, und der Körper ist nur in dem Anfangspunkte, d. i. in einer blossen Bestrebung zur Bewegung. Folglich, wenn es ohne fernere Einschränkung, so wie Leibnitz's Gesetz erheischet, wahr ist, dass des Körpers Kraft in jeder wirklichen Bewegung das Quadrat zum Maasse hat, so ist sie auch bei blosser Bestrebung zur Bewegung also beschaffen; welches sie selber doch verneinen müssen.

Woher der undeterminirte Begriff der endlichen Zeit die unendlich kleine mit in sich schliesset.

Es scheinet beim ersten Anblicke, als wenn Leibnitz's Gesetz durch die ihm anhängende Einschränkung der endlichen verflossenen Zeit genugsam gesichert sei, dass es nicht auf die Bewegung, deren Dauer unendlich klein ist, könne gezogen werden; denn die endliche Zeit ist ja ein Begriff, der ein von der unendlich kleinen ganz unterschiedliches Geschlecht andeutet; also hat es das Ansehen, dass bei dieser Einschränkung dasjenige durchaus nicht könne auf die unendlich kleine Zeit gezogen werden, was nur unter der Bedingung der endlichen zugelassen wird. Es hat dieses auch seine Richtigkeit, wenn man von der endlichen Zeit so redet, dass man dabei voraussetzet, dass sie bestimmt und ihre Grösse determinirt sein müsse, wenn diese oder jene Eigenschaft aus ihr, als einer Bedingung, herfliessen soll. Wenn man aber eine endliche Zeit erfordert, aber dabei zulässet, dass man sie so gross oder klein nehmen könne, als man wolle, so ist alsdenn auch die unendlich kleine Zeit mit in ihr Geschlecht eingeschlossen. Den Leibnitzianern kann dieses nicht unbekannt sein. Denn sie müssen wissen, dass ihr Ahnherr das Gesetz der Continuität auf diesem Grunde erbauet habe: dass nämlich, wenn man annimmt, A sei grösser als B, doch so, dass es unbestimmt sei, wie viel oder wenig es grösser sei, so werde man, ohne den Gesetzen, die unter dieser Bedingung wahr sind, Eintrag zu thun, auch sagen können, A sei B gleich, oder, wenn man A gegen B anlaufen lässt und annimmt, dass sich B auch bewege, so werde man, wenn der Grad dieser seiner Bewegung unbestimmt ist, auch annehmen können, dass B ruhe, ohne dass hiedurch dasjenige könne aufgehoben werden, was unter jener Bedingung festgesetzet ist, und so in anderen Fällen mehr.

Leibnitz's Schätzung gilt auch nicht unter der Bedingung der endlichen Geschwindigkeit.

Wollte man endlich noch sagen, dass Leibnitz's Schätzung zwar nicht unter der Bedingung der endlichen Zeit, aber dennoch unter der Voraussetzung der endlichen Geschwindigkeit wahr sei (obgleich dieses offenbar gegen ihre Lehre sein würde), so merke man, dass man die endliche Geschwindigkeit ebensowohl, als die endliche Zeit durch die Linie AB (Fig. 2.) vorstellen könne, und alsdenn wird es sich gleichfalls ausweisen, dass, wenn ihr Gesetz überhaupt bei endlicher Geschwindigkeit gilt, es auch bei unendlich kleiner gelten müsse, welches sie doch selber nicht umhin können, zu leugnen.

II. Zusätze zu dem 31. bis 36. §.

Unsere Gegner rechnen es unter die klärsten Begriffe, die man nur haben kann, dass ein Körper gerade die Kraft aller der Federn habe, die er zudrückt, bis ihm seine ganze Bewegung genommen worden, die Zeit, in der diese Federn gedrücket worden, sei, wie sie wolle. Herr Johann Bernoulli sagt von Denen, die mit der Anzahl der überwältigten Federn allein nicht zufrieden sind, sondern noch immer nach der Zeit der Zudrückung fragen, dass sie ebenso ungereimt wären, als Einer, der die Menge Wasser in einem Becher messen will und sich an dem wirklichen Maasse, was er vor sich hat, nämlich der Capacität des Bechers, nicht begnüget, sondern meinet, er müsse noch die Zeit dazu wissen, in der dieser Becher angefüllet worden. Er setzet mit Zuversicht und Unwillen hinzu:*) *desine igitur quaerere nodum in scirpo.* Die Frau Marquisin von Chastelet hat einen ebenso scherzhaften Einfall in Bereitschaft; allein sie irren Beide, und zwar, wo mir es erlaubt ist zu sagen, mit eben

*) *Act. Erud.* 1733. *pag.* 210.

so grossem Nachtheile ihres Ruhms, als die Zuversicht war, die sie in diesem Irrthume haben blicken lassen.

Woher die Zeit nothwendig bei der Hinderniss der Schwere in Anschlag kommt.

Wenn eine jede von den Federn A, B, C, D, E von solcher Art ist, dass sie nur einem einzigen Drucke des Körpers M widerstehet, und zugleich dadurch ihre ganze Thätigkeit verlieret, folglich hernach in den Körper M gar keine Wirkung mehr thut, er mag ihr so lange ausgesetzt sein, als er wolle, so gestehe ich selber, dass der Körper einerlei Kraft ausgeübet habe, er mag diese Federn in einfacher oder vierfacher Zeit zugedrückt haben; denn nachdem er sie einmal zugedrückt hat, so bringt er die übrige Zeit bei ihr müssig zu. Wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers die Thätigkeit der Feder, deren Druck er überwindet, nicht zugleich aufhebet, so gehen aus der Feder in den entgegenwirkenden Körper alle Augenblicke neue Grade Kraft über; denn die Wirksamkeit dieser Feder, die in dem ersten Augenblicke die Ursache eines in dem Körper erloschenen Grades Kraft war, ist es auch noch, und zwar ebenso stark, in dem zweiten Augenblicke, ferner in dem dritten, und so weiter in allen folgenden ins Unendliche. Unter diesen Bedingungen ist es nicht einerlei, ob der Körper, der den Druck dieser Feder überwältiget, es in kürzerer oder längerer Zeit thue; denn in der längeren hat er mehr Drückungen ausgehalten, als in der kürzeren. Nun ist aber der Druck der Schwere von dieser Art. Eine jede Feder derselben wirket alle Augenblicke mit gleicher Thätigkeit, und der Körper, der ihren Druck in dem ersten Augenblicke überwindet, hat es deswegen noch nicht auf alle folgende Augenblicke gethan. Er wird zu dem zweiten ebensoviel Kraft brauchen u. s. f. Die Kraft also, die ein Körper anfwendet, der Drückung eines einzigen Theiles der schwermachenden Materie Widerstand zu leisten, ist nicht blos wie die Intensität der Schwerdrückung, sondern wie das *Rectangulum* aus dieser in die Zeit.

Noch ein Beweis gegen die lebendigen Kräfte.

Man kann zum überflüssigen Beweis des Satzes, dass nicht die Anzahl der Federn, sondern die Zeit das Maass der verübten Wirkung sei, noch dieses hinzusetzen. Ein schräg geworfener Körper, dessen Bewegung parabolisch ist, müsste sowohl eine gewisse Höhe weit schneller durch den Fall zurücklegen, als auch eine viel grössere Geschwindigkeit und Kraft am Ende desselben überkommen, als ihm der senkrechte Fall von gleicher Höhe ertheilen könnte. Denn indem er die krumme Linie beschreibt, so durchläuft er bis zum Ende des Falles einen grösseren Raum, als wenn er vertikal gefallen wäre. In jenem grösseren Raum aber muss er nothwendig mehr Federn der Schwere erdulden, als er in der kurzen geraden Linie antreffen konnte, denn die schwerdrückende Materie ist nach allen Seiten gleich verbreitet; also müsste er, Leibnitz's Satze zufolge, in jenem mehr Kraft und Geschwindigkeit erlangen, als in diesem, welches ungereimt ist.

Gedanken über den Streit

zwischen der Frau Marquisin von Chastelet und dem Herrn von Mairan von den lebendigen Kräften.

Der Herr von Mairan ist auf den Anschlag gekommen, die Kraft eines Körpers nach den nicht überwundenen Hindernissen, nicht zugedrückten Federn, nicht verrückten Materien zu schätzen, oder, wie sich die Frau von Chastelet ausdrückt, nach demjenigen, was er nicht thut. Diese Gegnerin hat so etwas Wunderliches in diesem Gedanken zu finden vermeinet, dass sie geglaubet hat, sie dürfe, um ihn lächerlich zu machen, ihn nur anführen. Ungeachtet dieser berühmte Mann nun seinem Gedanken eine Einschränkung beigefügt hat, worauf

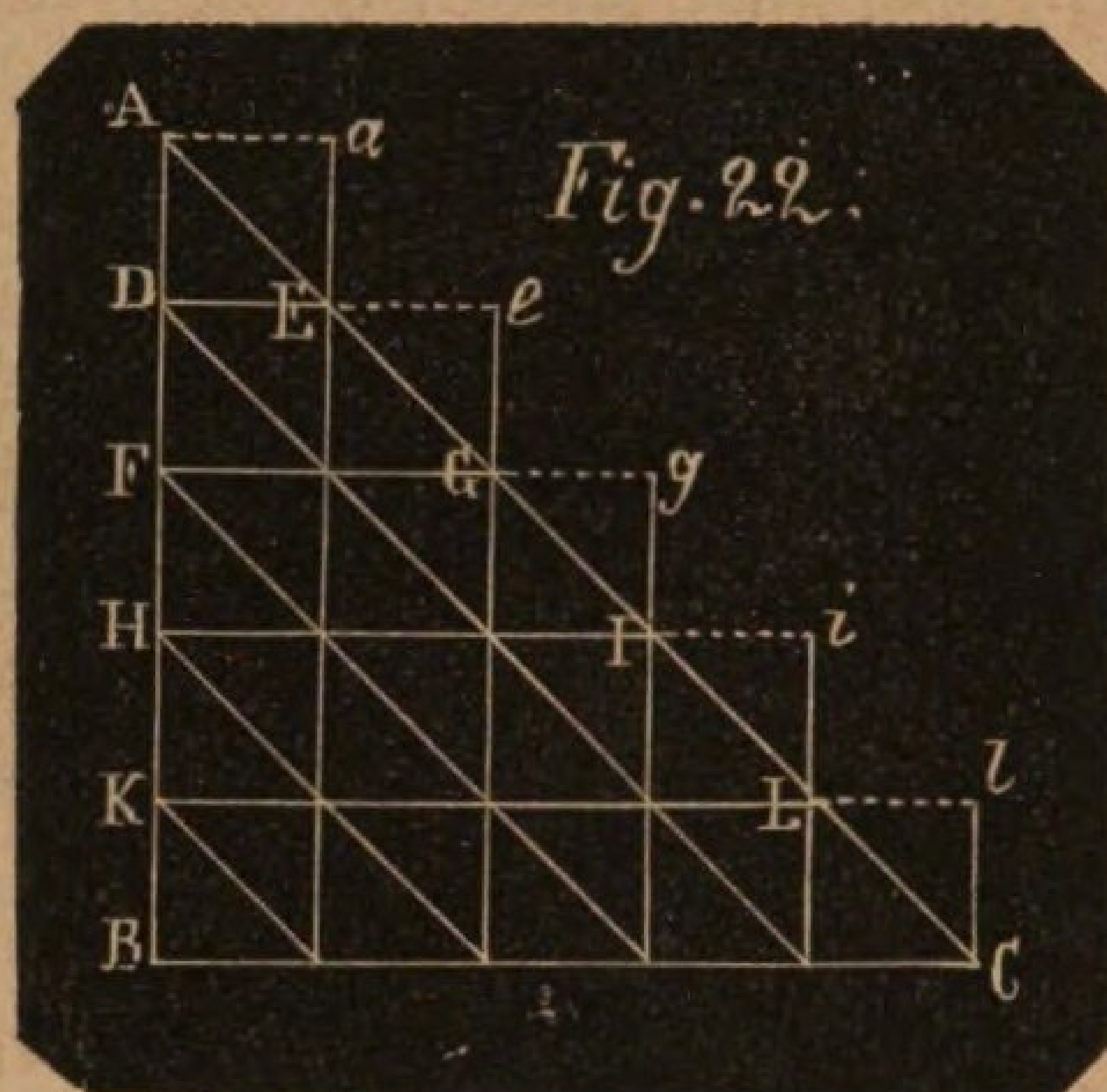
eigentlich Alles ankommt, nämlich: dass diese Federn dennoch würden zugedrückt worden sein, wenn man durch eine Hypothese annähme, dass er seine Kraft behalten, oder immer wieder angenommen hätte, so findet seine Gegnerin dennoch so etwas Unerlaubtes und Unbefugtes in dieser Hypothese, dass sie ihm deswegen einen noch viel härteren Vorwurf machet. Ich werde kürzlich zeigen, wie gewiss und untrüglich der Gedanke dieses vortrefflichen Mannes sei, und dass, ausser des Herrn Jurin seinem, den wir schon angeführet haben, nicht leicht etwas Entscheidenderes und Gründlicheres in dieser Sache habe ersonnen werden können.

Vertheidigung der Schätzungsart des Herrn von Mairan gegen die Frau von Chastelet.

Wenn man dasjenige nimmt, was die Kraft eines Körpers eingebüsset hat, indem gewisse Hindernisse durch dieselbe überwunden worden, wenn man, sage ich, diese Einbusse misst, so weiss man auf das Gewisseste, wie gross die gesammte Gewalt des überwältigten Widerstandes gewesen ist; denn der Körper hätte diesen Widerstand ohne Hinderniss nicht überwinden können, ohne einen ihr gleichen Grad Kraft dabei aufzuwenden, und wie gross denn diese in dem Körper zernichtete und verzehrte Kraft ist, so stark ist auch die Hinderniss gewesen, die ihm dieselbe genommen hat, und auch die Wirkung, die auf dieselbe Weise verübet worden.

Nehmet nun einen Körper an] (Fig. 22.), der mit fünf Graden Geschwindigkeit von dem Horizonte senkrecht in die Höhe steiget, und drücket den Raum oder die Höhe, die er erreichet, wie gewöhnlich durch den Inhalt des Triangels ABC aus, in welchem die Linie AB die verflossene Zeit, BC aber die Geschwindigkeit, womit er sich zu der Höhe erhebet, ausdrücke. Die gleichen Linien AD, DF, FH u. s. w. sollen die Elemente der ganzen Zeit AB ausdrücken, folglich die kleinen Triangel, daraus die Fläche des

grossen zusammengesetzt ist, und die alle so gross sind, wie *ADE*, die Elemente des ganzen Raums, oder die Anzahl aller Federn, die der Körper binnen der Zeit *AB* zudrückt. Demnach drücket unser Körper in dem ersten Zeittheilchen *BK*, darin er anfängt



in die Höhe zu steigen, die 9 Federn zu, die er in dem Raume *KLBC* antrifft. Er würde aber, wenn die Zurückhaltung dieser Federn in ihm keine Kraft verzehret hätte, oder wenn dieser Verlust immer anderswoher wäre ersetzet worden, annoch die Feder *LlC* dazu zugedrückt haben, die er jetzt nicht zudrücken kann, weil ihm gerade soviel Kraft, als er hiezu haben muss, bei der Zudrückung der anderen aufgegangen. Also ist die Feder *LlC* das Maass derjenigen Kraft, die der Widerstand der zugedrückten 9 Federn in unserem Körper verzehret hat. Nachdem er nun dieset verrichtet hat, so fähret er fort, mit dem Ueberreste seiner Kraft, die ihm nach dem angezeigten Verluste übergeblieben, weiter in die Höhe zu steigen, und drücket in dem zweiten Zeittheilchen *KH* die 7 Federn, die in dem Raum *HIKL* angetroffen werden, zu. Hier ist nun aufs Neue klar, dass, wenn unser Körper diese 7 Federn hätte zudrücken können, und ihm doch seine Kraft ganz verblieben wäre, so würde er in ebenderselben Minute noch die Feder *ilL* dazu zugedrücket und überwältigt haben; allein, da er

dieses nicht gethan hat, so folget, dass er durch die Zudrückung der 7 übrigen Federn den Grad verloren habe, dessen Ergänzung ihn würde in den Stand gesetzet haben, *liL* noch dazu zu überwältigen; folglich zeiget diese Feder die Grösse des Verlustes an, den der Widerstand der 7 Federn seiner Kraft zugezogen hat. Auf eben diese Weise wird die Feder *GgI* die Einbusse der Kraft, durch die Zurückhaltungen der Schwere in dem dritten Zeittheilchen *FH*, zu erkennen geben, und so weiter. So ist denn also der Verlust, den der frei in die Höhe steigende Körper erleidet, indem er die Hinderniss der Schwere überwindet, wie die Summe der nicht zugedrückten Federn *LlC*, *liL*, *GgI*, *EeG*, *AaE*, folglich auch die Quantität der Hinderniss selber, die er bezwungen hat, und mithin seine Kraft in dieser Proportion. Und da die nicht zugedrückten Federn das Verhältniss der Zeiten oder Geschwindigkeiten haben, so ist die Kraft des Körpers auch wie diese. W. Z. E.

Es erhellet ferner hieraus, warum Herr von Mairan befugt sei, durch eine Hypothese anzunehmen, der Körper habe Hindernisse überwunden, und doch seine Kraft ganz behalten, welches anfänglich dem ersten Grundgesetze der Bewegungen zu widersprechen scheinet. Denn die Hindernisse nehmen ihm freilich einen ihnen gleichen Theil der Kraft; allein es stehet dennoch frei, diesen Abgang immer in Gedanken anderswoher zu ersetzen und den Körper demnach schadlos zu halten, damit man sehe, wie viel er, bei auf diese Weise unverminderte Kraft, mehr thun würde, als wenn dasjenige wäre verloren geblieben, was die Hinderniss verzehret hatte. Dieses wird aldenn das ganze Maass derjenigen Kraft an die Hand geben, die der Widerstand wirklich dem Körper benimmt, weil es zu erkennen giebt, was für einen Grad man hinzuthun müsse, damit der Körper nichts verloren habe.

Ich kann nicht umhin, hier noch eine Anmerkung über diejenige Art zu machen, womit die Frau Marquisin die Lehrsätze ihres Gegners angreifet. Mich dünkt, sie habe keine bessere Methode erwählen können, ihm den allerempfindlichsten Streich beizubringen,

als da sie seinen Schlüssen den Zug von etwas Seltsamen und Ungereimten zu geben beschäftigt ist. Eine ernsthafte Vorstellung locket den Leser zu der gehörigen Aufmerksamkeit und Untersuchung an, und lässet die Seele zu allen Gründen offen, die von einer oder der anderen Seite in sie eindringen können. Aber die wunderliche Figur, unter der sie die Meinungen des Gegners auftreten lässt, bemächtigt sich sogleich der schwachen Seite des Lesers und vernichtet in ihm die Lust zu einer näheren Erwägung. Diejenige Kraft der Seele, die die Beurtheilung und das Nachsinnen regieret, ist von einer trägen und ruhigen Natur; sie ist vergnügt, den Punkt ihres Ruhestandes anzutreffen, und bleibt gerne bei demjenigen stehen, was sie von einem mühsamen Nachdenken losspricht; darum lässt sie sich leicht von solchen Vorstellungen gewinnen, die die eine von zweien Meinungen auf einmal unter die Wahrscheinlichkeit heruntersetzet, und die Mühe fernerer Untersuchungen für unnöthig erkläret. Unsere Philosophin hätte also ihr *ridendo dicere verum*, oder den Einfall, ihrem Gegner im Lachen die Wahrheit zu sagen, mit mehrerer Billigkeit und vielleicht auch mit besserem Erfolg gebrauchen können, wenn ihr Gegner ernsthafter Gründe unfähig gewesen wäre und man ihn seine Auslachenswürdigkeit hätte wollen empfinden lassen. Die Anmerkung, die ich hier mache, würde gegen eine jede andere Person ihres Geschlechts das Ansehen eines ungesitteten Betragens und einer gewissen Aufführung, die man pedantisch nennet, an sich haben; allein der Vorzug des Verstandes und der Wissenschaft an derjenigen Person, von der ich rede, der sie über alle Uebrige ihres Geschlechtes und auch über einen grossen Theil des anderen hinwegsetzet, beraubet sie zugleich desjenigen, was das eigentliche Vorrecht des schöneren Theiles der Menschen ist, nämlich der Schmeichelei und der Lobsprüche, die dieselbe zum Grunde haben.

Die Wahl des Herrn von Mairan wird noch dadurch vortrefflich, dass die Federn, die in seiner Methode das Maass der aufgewandten Kraft sind, nicht allein gleich sind, sondern auch in gleichen Zeiten

würden sein zugedrücket worden, folglich sowohl die Leibnitzianer vergnügt werden, die auf eine Gleichheit des Raumes dringen, wenn sie gestehen sollen, dass die Kraft gleich sei, als auch die Cartesianer, die dieses in Ansehung der Zeit erfordern.

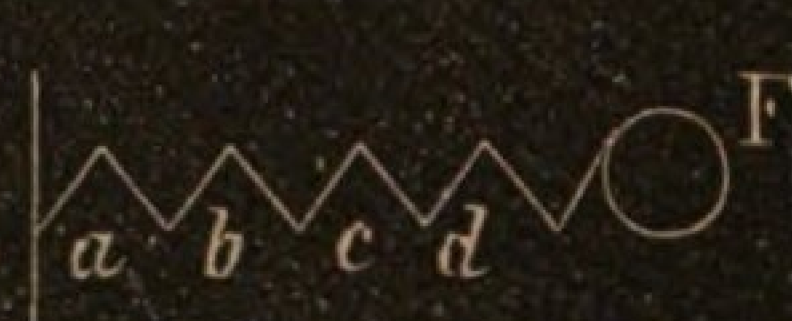
III. Zusätze zu den §§. 45, 46, 47.

Mich däucht, ich habe nichts Gewisseres und Unwidersprechlicheres sagen können, als dass eine Feder einen Körper unmöglich fortstossen kann, wenn sie sich nicht mit eben der Gewalt gegen einen Widerhalt steifet und ebenso stark anstemmet, als sie auf der anderen Seite mit ihrer Spannungskraft den Körper stösst, und folglich, weil in dem Falle des Herrn Bernoulli kein anderer Widerhalt ist, als der Körper *B*, sie ebendieselbe Gewalt der Anstrengung gegen ihn anwenden müsse, als sie gegen *A* anwenden kann; denn die Feder würde den Körper *A* gar nicht fortstossen, wenn *B* nicht dieselbe in der Spannung erhielte, indem er ihrer Ausstreckung widerstrebet; daher empfängt derselbe, weil er kein unbeweglicher Widerhalt ist, alle Kraft gleichfalls, die die Feder in *A* hineinbringt. Ohngeachtet die ganze Welt auf gleiche Weise denket, so fand doch Herr Johann Bernoulli in dem Gegensatze, ich weiss nicht was für ein helles Licht, worauf er eine überwindliche Zuversicht gründete. Er spricht: *non capio, quid pertinacissimus adversarius, si vel scepticus esset, huic evidentissimae demonstrationi opponere queat,* und bald darauf: *certe in nostra potestate non est, aliquem eo adigere, ut fateatur, diescere, quando videmus solem horizontem ascendere.**) Lasset uns diesen Zufall der mensch-

*) Dies heisst: Ich begreife nicht, was selbst der hartnäckigste, ja skeptische Gegner diesem klaren Beweise entgegenzustellen vermöchte. — Allerdings kann ich Niemand zu dem Eingeständniss zwingen, dass es Tag werde, wenn man die Sonne über dem Horizonte sich erheben sieht. — (A. d. H.)

lichen Vernunft in der Person eines so grossen Mannes nicht mit Gleichgültigkeit ansehen, sondern daraus lernen, auch in unsere grösseste Ueberzeugung ein weises Misstrauen zu setzen, und allemal zu vermuthen, dass wir auch alsdenn noch nicht ausser der Gefahr sind, uns selber zu hintergehen; damit der Verstand in seinem Gleichgewichte wenigstens sich so lange erhalte, bis er Zeit gewonnen hat, die Umstände, den Beweis .und das Gegentheil in genugsamer Prüfung kennen zu lernen.

In eben dieser Abhandlung, von der wir reden, zeiget der Herr Bernoulli, wie man einem Körper ebendieselbe Kraft, in kürzerer Zeit, durch den Druck einer gleichen Anzahl Federn ertheilen könne. Ich habe darauf, insoweit es unser Geschäft eigentlich angehet, schon genug geantwortet; allein hier will ich noch eine Beobachtung beifügen, die zwar unser Vorhaben nicht betrifft, allein dennoch ihren besonderen Nutzen haben kann. Er spricht daselbst: die Kugel *F* werde durch die 4 Federn *a b c d* allemal gleiche Kraft erhalten, man mag sie in einer Linie, wie Fig 23,

Fig. 23.


oder in zwei Theilen neben einander, wie Fig. 24, oder in vier solchen Zertheilungen, wie die 25. Figur ausweiset, zusammensetzen.

Erinnerung bei der Art, wie Herr Bernoulli in einen Körper die ganze Kraft von viel Federn zu bringen vermeinet.

Hiebei merke man folgende Cautele. Der Gedanke desselben ist nur bei solchen Umständen wahr, da die hinter einander hängenden Federn *a b c d* dem Körper noch nicht eine grössere Geschwindigkeit erthei-

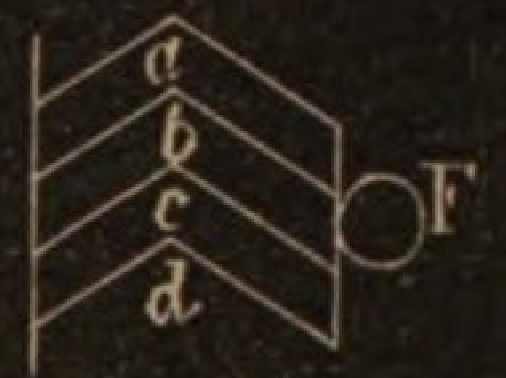
len, als diejenige ist, womit eine dieser Federn abgesondert für sich allein aufspringen würde; denn sobald dieses ist, so schlägt es fehl, wenn man, nach dem Anschlage des Bernoulli, durch neben einander geknüpfte Federn dem Körper ebendieselbe Geschwindigkeit geben will, als sie ihm nach einander in einer Reihe mittheilen können. Es sei nämlich die Ge-

Fig. 24.



schwindigkeit, die die Reihe Federn in der 23. Figur dem Körper, bis sie sich völlig ausgestrecket haben, ertheilet wie 10, die Geschwindigkeit aber, womit eine derselben, z. E. *a* für sich allein, nämlich ohne dass sie einen Körper fortstösset, aufspringt, wie 8; so ist klar, dass in der Methode der 25. Figur die 4 Federn dem Körper nur 8 Grade Geschwindigkeit werden ertheilen können. Denn sobald der Körper diese Grade empfangen hat, so hat er ebenso viel Geschwindigkeit, als die Federn, die ihn fortstossen sollen, selber haben, wenn sie frei aufspringen, also werden sie als-

Fig. 25.



denn nichts mehr in ihn hineinbringen können. Indessen ist doch unstrittig, dass, wenn dieser Körper *F* durch den Anlauf dieser 4 Federn in der 25. Figur wieder zudrücken soll, er ebensowohl 10 ganze Grade Kraft hiezu nöthig habe, als in der 23. und 24. Weil aber eben diese 25. Figur die Abbildung der elastischen Kraft eines jeden Körpers sein kann, so

erhellet hieraus, dass es möglich sei, dass ein völlig elastischer Körper gegen einen unbeweglichen Widerhalt mit einer gewissen Geschwindigkeit anlaufen könne, und dass diesem ohngeachtet die Geschwindigkeit, womit er zurückprallet, viel kleiner sein könne, als womit er angestossen hatte. Wenn man aber doch gerne haben will, dass diese vier Federn dem Körper, den sie stossen, ihre ganze Kraft mittheilen sollen, so muss man zur Masse F noch $^2/_{10}$ hinzuthun, denn alsdenn werden die vier Federn an der Menge der Materie dasjenige ersetzen, was sie mit der Geschwindigkeit nicht einbringen können.

IV. Erläuterung des 105. §.

Ausführliche Darstellung der Fehler in dem Wolf'schen Beweise.

Ich habe mich deutlich genug erkläret, da ich in §. 105 den ungemeinen Fehler in dem Argumente des Herrn Baron Wolf habe anzeigen wollen. Es scheinet beim ersten Anblicke, als wenn der Schluss darin noch mathematisch genug herauskomme, nämlich der Regel gemäss: *aequales rationes sibi substitui invicem possunt*;*) allein er hat in der That mit derselben gar keine Gemeinschaft. Der vorhergehende Fall war dieser: *tempora, quibus duo mobilia, si sunt aequalia, eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeritates.***) Darauf folget in der zweiten Nummer des Beweises: *massae corporum inaequalium, quae eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeratis****). Hieraus folgert Herr Wolf nun (denn so lautet sein Argument, wenn man es gehörig auflöset), weil die

*) Dies heisst: Gleiche Verhältnisse können einander vertreten. — (A. d. H.)

**) Dies heisst. Die Zeiten, in denen zwei Körper von gleicher Masse dieselben Wirkungen hervorbringen, verhalten sich umgekehrt wie die Geschwindigkeiten. — (A. d. H.)

***) Dies heisst: Die Massen gleicher Körper, die gleiche Wirkung hervorbringen, verhalten sich umgekehrt wie die Geschwindigkeiten. — (A. d. H.)

Verhältnisse der Zeiten und der Massen in beiden Fällen dem Verhältniss der Geschwindigkeiten gleich sind, so werden sie unter einander gleich sein. Dies kann gebilliget werden, aber dass man nur die Bestimmungen nicht aus der Acht lasse, unter welchen sie unter einander gleich sind, nämlich: dass die Massen ungleicher Körper, die einerlei Wirkung thun, sich eben so verhalten, als die Zeiten, worin *NB.* gleiche Körper ebendieselbe Wirkung verüben; denn das ist die Einschränkung, die, wie man sehen kann, den Verhältnissen anhänget. Allein der Schluss des Herrn Wolf ist dieser: also verhalten sich die Massen dieser Körper, wie die Zeiten, darin eben diese ungleichen Körper ihre gleiche Wirkung verüben, welches eine augenscheinliche Verfälschung der gegebenen Proportion ist.

Wenn unser Autor nur auf den Gedanken gekommen wäre, die zwei Sätze, er aus einander herleiten will, mit einander zu vergleichen, so hätte er sonnenklar sehen müssen, dass sie von einander nicht allein nicht herfliessen, sondern sogar sich gerade widersprechen. Nämlich der erste Satz ist dieser: *actiones, quibus corpora aequalia eosdem effectus patrant, sunt ut celeritates.**) Hieraus will er den anderen Satz, der das Resultat der zweiten Nummer im Beweise ist, herfolgern, nämlich: *actiones, quibus corpora inaequalia eosdem effectus patrant, sunt etiam ut ipsorum celeritates; celeritates autem eorum sunt reciproce ut massae.***)

Wenn wir nun, nach Maassgebung des ersten Satzes, zwei gleiche Körper nehmen *A* und *B*, so, dass *B* zweimal mehr Geschwindigkeit habe, als *A*, so ist nach dieser Regel die Action, womit *B* ebendenselben Effect thut, als *A*, zweimal grösser, als die Action des

*) Dies heisst: Die Kraft, durch welche gleiche Massen gleiche Wirkungen hervorbringen, verhalten sich wie die Schnelligkeiten. — (A. d. H.)

**) Dies heisst: Die Kraft, durch welche ungleiche Massen gleiche Wirkungen hervorbringen, verhält sich wie ihre Schnelligkeiten; ihre Schnelligkeiten verhalten sich aber umgekehrt wie ihre Massen. — (A. d. H.)

Körpers *A*; weil jener nämlich wegen seiner grösseren Geschwindigkeit diesen Effect in zweimal kleinerer Zeit verrichtet. Allein nach der zweiten Regel würde ich *B* zweimal kleiner machen können, und die besagte Action würde doch ebenso gross sein, wie vorher, wenngleich die Geschwindigkeit so, wie vorher verbliebe. Nun ist es aber augenscheinlich, dass, wenn *B* zweimal kleiner wird, als es vorher gewesen, und seine Geschwindigkeit dieselbe verbleibt, es unmöglich den gegebenen Effect in eben der Zeit thun kann, als da seine Masse zweimal grösser war, sondern es wird mehr Zeit dazu gebrauchen; mithin, weil die Action desto kleiner wird, je grösser die Zeit ist, die zu ebendemselben Effect angewandt worden, so wird die Action nothwendig alsdenn kleiner sein müssen, als wenn die Masse von *B* bei ebenderselben Geschwindigkeit zweimal grösser ist, welches also dem Resultate der zweiten Nummer widerspricht.

Alle diese Widersprüche aber sind in dem vorhabenden Wolf'schen Beweise anzutreffen, wenn man ihm gleich den Satz schenket, den er zum Grunde leget, nämlich: dass die *Actiones* ungleich sein können, deren *Effectus* doch gleich sind. Dieser Satz, den nie ein Sterblicher sich hat einfallen lassen zu behaupten, ist ein Widerspruch in der besten Form, so genau als man sie nur immer ersinnen kann. Denn das Wort der *Action* ist ein relatives Wort, welches die Wirkung oder Effect in einem Dinge andeutet, insoweit ein anderes Ding den Grund davon in sich enthält. Es ist also der Effect und die *Action* ebendasselbe, und die Bedeutung unterscheidet sich nur darin, dass ich es bald zu demjenigen Dinge referire, welches der Grund davon ist, bald ausser demselben betrachte. Es würde also ebensoviel gesagt sein, als: eine *Action* könne sich selber ungleich sein. Zudem hat es nur deswegen den Namen der *Action*, weil von ihr ein Effect abhänget, und wenn in dieser *Action* ein Theil sein könnte, von dem nicht ein ihm gleicher Effect abhinge, so würde derselbe Theil den Namen der *Action* auch nicht haben können. Wenn auch schon die Zeiten ungleich sind, darin ebendieselben *Effectus* hervorge-

bracht worden, so bleiben die daran gewandten *Actiones* dennoch gleich, und es folget nur daraus, dass bei gleichen Zeiten die Effecte, und auch die ihnen correspondirenden *Actiones* ungleich sein werden.

Kurz hievon zu reden: es leuchtet sogleich in die Augen, dass ganz besondere Ursachen müssen gewesen sein, welche so ausnehmende Fehler in dieser Abhandlung veranlasset haben, die mit der bekannten und hochgepriesenen Scharfsinnigkeit des Verfassers, die aus alle demjenigen hervorleuchtet, was sein Eigenthum ist, gar nicht zusammenstimmen. Es ist nicht schwer zu ermessen, dass das rühmliche Verlangen, die Ehre des Herren von Leibnitz, welche man damals für die Ehre von ganz Deutschland hielt, zu retten, diese Bemühung hervorgebracht, und die Beweise in einer viel vortheilhafteren Gestalt dargestellet habe, als sie ausser diesem Lichte ihrem Urheber würden erschienen sein. Die Sache selber war von so verzweifelter Art, dass sie nicht konnte ohne Irrthümer vertheidiget werden; aber ihr Unterfangen war doch so anlockend, dass sie der Kaltsinnigkeit der Untersuchung nicht Platz liess. Eben dieses will ich von den Vergehungen der hochberühmten Männer, des Herrn Herrmann, Bernoulli etc. gesagt haben, die ich entweder schon gezeigt habe oder noch zeigen werde, und dergleichen man ausser diesem Vorwurfe bei ihnen fast gar nicht antrifft. Die Ehre des Mannes also, von dem wir reden, bleibt gesichert. Ich habe Freiheit, mit seiner Schutzschrift so umzugehen, als mit einer Sache, die sein Eigenthum nicht ist. Er kann mir unterdessen dasjenige zurufen, was ein älterer Philosoph, obzwar bei einer Gelegenheit, die ihn etwas näher anging, ausrief: du triffst nur das Gehäuse des Anaxarchus.[54])

Drittes Hauptstück,

welches eine neue Schätzung der lebendigen Kräfte, als das wahre Kräftemaass der Natur darleget.

§. 114.

Woher dasjenige Gesetz, welches in der Mathematik falsch befunden worden, in der Natur statthaben könne.

Wir haben demnach ausführlich dargethan, dass die Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat in der Mathematik falsch befunden werde, und dass diese kein anderes Kräftemaass erlaube, als nur das alte oder Cartesianische. Indessen haben wir doch an unterschiedlichen Stellen des vorigen Hauptstückes dem Leser Hoffnung gemacht, die Quadratschätzung demohngeachtet doch in die Natur einzuführen, und jetzt ist es Zeit, unser Versprechen zu erfüllen. Dieses Unterfangen wird die meisten von meinen Lesern stutzig machen; denn es scheinet, als wenn daraus folge, dass die Mathematik nicht untrüglich sei, und dass es angehe, von ihrem Ausspruche noch zu appelliren. Allein die Sache befindet sich wirklich nicht so. Wenn die Mathematik ihr Gesetz über alle Körper insgemein ausspräche, so würden auch die natürlichen darunter begriffen sein, und es würde vergeblich sein, eine Ausnahme zu hoffen. Allein sie setzet den Begriff von ihrem Körper selber fest, vermittelst der *Axiomatum*,

von denen sie fordert, dass man sie bei ihrem Körper voraussetzen müsse, welche aber so beschaffen sind, dass sie an demselben gewisse Eigenschaften nicht erlauben und ausschliessen, die an dem Körper der Natur doch nothwendig anzutreffen sind; folglich ist der Körper der Mathematik ein Ding, welches von dem Körper der Natur ganz unterschieden ist, und es kann daher etwas bei jenem wahr sein, was doch auf diesen nicht zu ziehen ist.

§. 115.

Unterschied zwischen dem mathematischen und natürlichen Körper, und derer beiderseits betreffenden Gesetze.

Wir wollen jetzt sehen, was denn dieses für eine Eigenschaft sei, die in dem Körper der Natur anzutreffen ist, und die die Mathematik an dem ihrigen nicht erlaubet, und welches hernach verursachet, dass jener ein Ding von ganz anderem Geschlechte ist, als dieser. Die Mathematik erlaubet nicht, dass ihr Körper eine Kraft habe, die nicht von demjenigen, der die äusserliche Ursache seiner Bewegung ist, gänzlich hervorgebracht worden. Also lässt sie keine andere Kraft in dem Körper zu, als insoweit sie von draussen in ihm verursacht worden, und man wird sie daher in den Ursachen seiner Bewegung allemal genau und in ebendemselben Maasse wieder antreffen. Dieses ist ein Grundgesetz der Mechanik, dessen Voraussetzung aber auch keine andere Schätzung, als die Cartesianische, stattfinden lässet. Mit dem Körper der Natur aber hat es, wie wir es bald erweisen werden, eine ganz andere Beschaffenheit. Derselbe hat ein Vermögen in sich, die Kraft, welche von draussen durch die Ursache seiner Bewegung in ihm erwecket worden, von selber in sich zu vergrössern, so dass in ihr Grade der Kraft sein können, die von der äusserlichen Ursache der Bewegung nicht entsprungen sind, und auch grösser sind, wie dieselbe, die folglich mit demselben Maasse nicht können gemessen werden, womit die Cartesianische

Kraft gemessen wird, und auch eine andere Schätzung haben. Wir wollen diese Eigenschaft des natürlichen Körpers mit aller Genauheit und Gründlichkeit, die eine so wichtige Sache erfordert, abhandeln.

§. 116.

Die Geschwindigkeit ist kein Begriff von einer Kraft.

Die Geschwindigkeit schliesset, wie wir §. 3 gesehen haben, an und für sich keinen Begriff einer Kraft in sich. Denn sie ist eine Bestimmung der Bewegung, das ist, desjenigen Zustandes des Körpers, da er die Kraft, die er hat, nicht anwendet, sondern mit derselben unthätig ist. Sie ist aber eigentlich die Zahl von derjenigen Kraft, die der Körper hat, wenn er ruhet, d. i. die er mit unendlich kleiner Geschwindigkeit hat; das ist, sie ist die Zahl, darin diejenige Kraft, die dem Körper bei unendlich kleiner Geschwindigkeit beiwohnet, die Einheit ist. Dieses erhellet am klärsten aus der Art der Zergliederung nach Anweisung des vortrefflichen Jurin'schen Falles §. 110; wenn wir nämlich auf die ähnliche Art, wie er die Geschwindigkeit aus zwei gleichen Theilen bestehend betrachtet, sie in ihren unendlich kleinen Theilen erwägen.

§. 117.

Es würde keine Kraft sein, wenn keine Bestrebung wäre, den Zustand in sich zu erhalten.

Um genau zu wissen, was den Begriff der Kraft eigentlich bestimme, müssen wir auf nachfolgende Weise verfahren. Die Kraft wird mit Recht durch die Hinderniss geschätzet, welche sich bricht und in dem Körper aufhebet. Hieraus erhellet, dass ein Körper gar keine Kraft haben würde, wenn in ihm nicht eine Bestrebung wäre, den Zustand, den die Hinderniss aufheben soll, in sich zu erhalten; denn wenn dieses nicht

wäre, so würde dasjenige, was die Hinderniss zu brechen hätte, wie 0 sein.

Was die Intension sei.

Die Bewegung ist das äusserliche Phänomenon der Kraft, die Bestrebung aber, diese Bewegung zu erhalten, ist die Basis der Activität, und die Geschwindigkeit zeigt an, wie vielmal man dieselbe nehmen müsse, damit man die ganze Kraft habe. Jene wollen wir hinfüro die Intension nennen; also ist die Kraft dem Product aus der Geschwindigkeit in die Intension gleich.

Erläuterung dieses Begriffes.

Damit man ein Beispiel habe, daran man diese Begriffe desto deutlicher vermerken könne, so nehme man die vierfache Feder *a*, *b*, *c*, *d*, an. (Fig. 23.) Wenn wir nun setzen, dass die Geschwindigkeit, womit eine jede derselben allein sich anfängt auszustrecken, wie 1 ist, so ist die Anfangsgeschwindigkeit, womit die ganze Feder *a d*, die aus vier dergleichen zusammengesetzt ist, wenn sie sich frei ausstreckte, wie 4, und es scheinet, als wenn daraus folge, dass die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper eindrückt, viermal grösser sein werde, als diejenige, die die einfache wirket. Allein diese Intension ist in der vierfachen Feder viermal kleiner, als in der einfachen; denn ebendieselbe Kraft, die eine von diesen vier verbundenen Federn gegen einen unbeweglichen Widerhalt in gewisser Maasse zudrücken würde, drücket die vierfache viermal mehr zu, weil der Widerhalt der einzelnen Feder, wenn sie auf diese Weise mit 3 anderen verbunden worden, ein beweglicher Widerhalt ist, und folglich der Steifigkeit oder, welches hier einerlei ist, der Intension der vierfachen Feder dasjenige abgehet, was ihre Geschwindigkeit überträgt. Daher geschieht es denn, dass die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper erthei-

let, nicht grösser ist, als diejenige, die er von einer einfachen haben kann, obgleich jener ihre Anfangsgeschwindigkeit, wenn sie sich frei ausdehnet, diese viermal übertrifft. Und dieses kann dienen, den Begriff der Intension verständlich zu machen, und zu zeigen, woher sie bei Schätzung der Kraft nothwendig in Anschlag kommen müsse.

§. 118.

Wenn dle Intension wie ein Punkt ist, so ist die Kraft wie eine Linie, nämlich wie die Geschwindigkeit.

Wenn die Kraft eines Körpers von der Art ist, dass sie den Zustand der Bewegung nur auf einen Augenblick zu erhalten bestrebt ist, die Geschwindigkeit mag sein, wie sie wolle, so ist diese Bestrebung oder Intension bei allen Geschwindigkeiten gleich; folglich ist die ganze Kraft eines solchen Körpers nur in Proportion seiner Geschwindigkeit; denn der eine von denen Factoren ist immer gleich, folglich verhält sich das Product, welches die Quantität der Kraft andeutet, wie der zweite Factor.

§. 119.

Wenn die Intension endlich d. i. wie eine Linie ist, so die Kraft wie das Quadrat.

Bei einer solchen Bewegung würde eine unaufhörliche Ersetzung der in dem Körper alle Augenblicke verschwindenden Kraft von draussen nöthig sein, und die Kraft würde immerfort nur eine Wirkung eines beständigen äusserlichen Antriebes sein, wenn der Körper auf diese Weise eine immerwährende Bewegung leisten sollte. Allein hieraus erhellet auch klärlich, dass, wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers von der Art wäre, dass sie eine hinlängliche Bestrebung in sich enthielte, die Bewegung mit der gegebenen Geschwindigkeit einförmig und unaufhörlich von selber, ohne eine äusser-

liche Machthülfe zu erhalten, diese Kraft von ganz anderer Art und auch unendlich viel vollhommener sein müsste.

Denn da jener ihre Intension bei allen Geschwindigkeiten gleich, nämlich unendlich klein ist, und nur durch die Menge der Grade der Geschwindigkeit vervielfältiget ist, so muss dieselbe im Gegentheil in dieser allemal in Proportion der Geschwindigkeit sein und auch mit dieser multipliciret werrden, wovon das Resultat das wahre Maass der Kraft ist. Denn die endliche Geschwindigkeit, deren Intension unendlich klein ist, giebt eine Kraft an die Hand, wovon diejenige, die eben diese Intension bei unendlich kleiner Geschwindigkeit ausmachet, die Einheit ist. Wenn also ein Körper diese Geschwindigkeit und Kraft in sich selber hinlänglich gründen soll, damit er die vollständige Bestrebung habe, sie immerwährend in sich zu erhalten, so wird seine Intension dieser Kraft oder Geschwindigkeit proportionirt sein müssen. Und hieraus entspringet alsdenn eine ganz neue Gewalt, die das Product ist aus der der Geschwindigkeit proportionirten Kraft in die Intension, die nun auch wie die Geschwindigheit ist; welches Product also dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich ist. Es ist nämlich leicht zu begreifen, dass, da die Kraft, die der Körper mit unendlich kleiner Intension und bei endlicher Geschwindigkeit hatte, wie eine Linie war, die diese Geschwindigkeit vorstellet, und die Intension wie ein Punkt, nunmehr aber die Intention ebenfalls wie eine Linie ist, die hieraus entspringende Kraft wie eine Fläche sei, die aus dem Flusse der ersten Linie erzeuget worden, und zwar wie das Quadrat, weil benannte Linien einander proportional sind.

Man merke, dass ich hier durchgehends von dem Unterschiede der Massen abstrahire oder sie gleich gedenke. Zweitens, dass ich den Raum bei den Bewegungen, davon ich rede, als leer ansehe.

§. 120.

Der Körper, der seine Bewegung frei und immerwährend zu erhalten die innerliche Bestrebung in sich hat, hat eine Kraft, die das Quadrat der Geschwindigkeit ist.

Es hat demnach derjenige Körper, der seine Bewegung in sich selber hinlänglich gründet, so dass aus seiner inneren Bestrebung hinlänglich verstanden werden kann, dass er die Bewegung, die er hat, frei, immerwährend und unvermindert ins Unendliche selber in sich erhalten werde, eine Kraft, die das Quadrat seiner Geschwindigkeit zum Maasse hat, oder, wie wir sie hinfüro nennen wollen, eine lebendige Kraft. Im Gegentheil, wenn seine Kraft den Grund nicht in sich hat, sich selber zu erhalten, sondern nur auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache eruhet, so ist sie, wie die blosse Geschwindigkeit, das ist, es ist eine todte Kraft.

§. 121.

Der Körper erhebet aus seinem inneren Antriebe den Eindruck von draussen unendlich höher und in ein ganz anderes Geschlecht.

Nun wollen wir aber die Kraft eines Körpers erwägen, wie sie beschaffen ist, wenn sie durch die Wirkung einer äusserlichen Ursache in ihm zuerst entstehet. Sie ist alsdenn ohnfehlbar auf der Gegenwart dieser äusserlichen Ursache gegründet, und würde in demselben Augenblicke in dem Körper nicht vorhanden sein, wenn jene den Antrieb nicht erweckte. Also ist sie in demselben Augenblicke, darin sie auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache beruhet, von der Art, dass sie augenblicklich verschwinden müsste, wenn jene nicht gegenwärtig wäre; denn ob der Körper diese in ihm erweckte Kraft nach diesem Augenblicke hernach in sich selber gründen könne, und was alsdenn

herausfliessen würde, davon reden wir für jetzt nicht. In demselben Augenblicke ist die Intension der Kraft also unendlich klein, und folglich die Kraft selber, die sich nur auf den äusserlichen Antrieb gründet, wie die blosse Geschwindigkeit, d. i. todt. Wenn hernach aber ebenderselbe Körper diese ihm ertheilte Geschwindigkeit also in seiner inneren Kraft gründet, dass aus seiner Bestrebung eine immerwährend freie Erhaltung der Bewegung herfolget, so ist sie alsdenn keine todte Kraft mehr, sondern eine lebendige, die das Quadrat zum Maasse hat, und gegen jene, wie eine Fläche gegen eine Linie zu rechnen ist. Hieraus ist klar, dass ein Körper auf diese Weise, wenn er seine ihm eingedrückte Geschwindigkeit von selber frei fortsetzet, diejenige Kraft, die er von der äusserlichen mechanischen Ursache empfangen hat, von selber in sich unendlich vergrössere und zu einem ganz anderen Geschlecht erhebe, dass folglich die Anmerkung, die wir §. 115 gegeben haben, hier erwiesen sei, und dass die lebendigen Kräfte gänzlich aus der Gerichtsbarkeit der Mathematik ausgeschlossen werden.

Der Körper kann keine lebendige Kraft von draussen erlangen.

Ferner ersiehet man hieraus, dass die lebendige Kraft nicht könne durch eine äusserliche Ursache, sie sei auch so gross, wie sie wolle, in einem Körper hervorgebracht werden; denn insofern eine Kraft von einer Ursache von draussen abhängt, so ist sie allemal nur wie die schlechte Geschwindigkeit, wie wir erwiesen haben; sondern sie muss aus der inneren Quelle der Naturkraft des Körpers die zum Quadratmaasse gehörigen Bestimmungen überkommen.

§. 122.

Es sind unendlich viel Zwischengrade zwischen der todten und lebendigen Kraft.

Wir haben erwiesen, dass, wenn ein Körper die Ursache seiner Bewegungen in sich selber hinlänglich und vollständig gegründet hat, so dass aus der Beschaffenheit seiner Kraft verstanden werden kann, dass sie sich in ihm unverändert und frei auf immer erhalten werde, er eine lebendige Kraft habe, wenn er aber seine Kraft in sich gar nicht gründet, sondern damit von draussen abhängt, nur eine todte Kraft habe, die unendlich kleiner ist als jene. Dieses giebt sogleich die Folge an die Hand, dass, wenn ebenderselbe Körper seine Kraft zwar etwas, aber noch nicht vollständig in sich gegründet hat, seine Kraft der lebendigen etwas näher komme und von der todten sich etwas unterscheide, und dass nothwendig zwischen diesen beiden äussersten Grenzen, der gänzlich todten und gänzlich lebendigen Kraft, noch unendlich viel Zwischengrade seien; die von jener zu dieser überführen.

Die lebendige Kraft entspringet nur in einer endlichen Zeit nach dem Anfange der Bewegung.

Ferner fliesset hieraus kraft des Gesetzes der Continuität, dass ebenderselbe Körper, der im Anfangsaugenblicke eine todte Kraft hat und hernach eine lebendige überkommt, die gegen die erstere wie eine Fläche gegen die erzeugende Linie ist, diese Kraft erst in einer endlichen Zeit erlange. Denn wenn man setzen wollte, er überkomme diese letztere Kraft nicht in einer endlichen Zeit von dem Anfangsaugenblicke, sondern unmittelbar in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben, so würde dieses so viel sagen, dass er in dem Anfangsaugenblicke selber diese lebendige Kraft schon habe. Denn das Gesetz der Conti-

nuität, und selbst die Mathematik beweiset, dass es einerlei sei, ob ich sage, der Körper befinde sich im Anfangsaugenblicke seiner Bewegung, oder in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben. Nun ist aber die Kraft in dem Anfangspunkte der Bewegung selber todt; also kann man, ohne einen Widerspruch zu begehen, nicht sagen, dass sie hernach lebendig sei, als wenn man zugleich festsetzet, dass diese lebendige Kraft in ihr allererst nach einer endlichen Zeit, nach der Wirkung der äusserlichen Ursache in ihr angetroffen werde.

Erläuterung desselben.

Die Naturkraft des Körpers setzet nämlich den von draussen empfangenen Eindruck in sich selber fort, und indem sie durch eine fortgesetzte Bestrebung die Intension, die vorher wie ein Punkt war, in sich häufet, bis sie wie eine Linie wird, die der von draussen in sie erregten Kraft, die sich wie die Geschwindigkeit verhielt, proportional ist, so häufet sie hierdurch die von draussen erlangte Kraft selber, welche vorher auch nur wie eine Linie war, dass sie jetzt wie eine Fläche ist, in der die eine Seite die äusserlich ertheilte Geschwindigkeit und Kraft vorstellet, die andere aber die aus dem Inneren des Körpers von selber erwachsene Intension vorbildet, die jener proportional ist.

§. 123.

Was die Vivification ist.

Denjenigen Zustand, da die Kraft des Körpers zwar noch nicht lebendig ist, aber doch dazu fortschreitet, nenne ich die Lebendigwerdung oder *Vivification* derselben.

Wie die Intension während der Lebendigwerdung der Kraft beschaffen sei.

In der Zwischenzeit also, darin die Kraft sich zur lebendigen erhebet, welche zwischen den beiden Punkten, dem Anfangspunkte und demjenigen, da die Kraft schon völlig lebendig ist, begriffen wird, hat der Körper noch nicht seine Kraft und Geschwindigkeit in sich selber hinlänglich gegründet. Hier wird es vielleicht meinem Leser einfallen zu fragen, wie denn der Körper in dieser Zwischenzeit im Stande sei, seine ihm ertheilte Geschwindigkeit frei und einförmig zu erhalten und fortzusetzen, da er doch alsdenn seine Kraft und Bewegung in sich selber noch nicht hinlänglich gegründet hat, und folglich sie auch nicht selber erhalten kann. Hierauf antworte ich: die Kraft ist in dieser Zwischenzeit zwar freilich nicht so beschaffen, dass sich aus ihr eine immerwährend freie und unverminderte Bewegung verstehen liesse, wenn sie nicht durch die innere Bestrebung noch weiter erhoben würde. Allein ob die Bestrebung der Kraft, sich zu erhalten, in dieser Art unvollständig ist, davon ist hier nicht die Rede. Es fragt sich nur, ob die Intension der Kraft, die noch nicht so weit erwachsen ist, dass sie die Bewegung unvermindert und unaufhörlich erhalten könne, doch wenigstens sie diejenige Zeit hindurch erhalten könne, die bis zur vollendeten *Vivification* nöthig ist. Dass dieses aber nicht allein möglich sei, sondern sich auch in der That so verhalte, erhellet hieraus, weil in dieser ganzen Zwischenzeit jeden Augenblick ein neues Element der Intension in dem Körper entspringet, welches die gegebene Geschwindigkeit ein unendlich kleines Zeittheilchen erhält, folglich alle die Elemente dieser Intension, die die ganze Zwischenzeit hindurch in dem Körper entspringen, in allen Augenblicken derselben, das ist, in der ganzen Zeit dieselbe Geschwindigkeit erhalten, wie dieses aus der Zusammenhaltung mit dem 18. §. klar einleuchtet.

Wenn die Vivification aufhören sollte, ehe sie vollständig geworden, was würde alsdenn mit der Bewegung geschehen?

Wenn wir aber annehmen, dass in der Zwischenzeit der *Vivification*, ehe diese noch vollständig geworden, der Körper auf einmal ablasse, die Elemente der Intension ferner zu häufen und die Kraft völlig lebendig zu machen, was wird alsdenn wohl geschehen? Es ist offenbar, dass alsdenn der Körper nur diejenigen Grade der Geschwindigkeit in sich gründen und in freier Bewegung fortan beständig erhalten werde, welcher diejenige Intension, die er in dieser Zeit der *Vivification* schon gewonnen hat, proportional ist, die übrigen Grade Geschwindigkeit aber, die eine grössere Intension, als wirklich vorhanden ist, fordern, um zu der völligen *Vivification* zu gelangen, plötzlich verschwinden und aufhören müssen. Denn die vorhandene Intension ist nur im Stande, einen Theil dieser Geschwindigkeit in sich zu gründen, und es entspringen auch nicht weiter in jedem Augenblicke neue Elemente der Intension, die alle Augenblicke die gegebene Geschwindigkeit erhalten, also muss der übrige Theil von selber verschwinden.

Und wie wäre es alsdenn mit der Kraft beschaffen.

Wenn also ein frei bewegter Körper einen Widerstand trifft, an dem er seine Kraft anwendet, bevor er zur völligen *Vivification* mit seiner ganzen Geschwindigkeit gelanget ist, so ist diejenige Kraft, die er ausübet, wie das Quadrat desjenigen Grades Geschwindigkeit, dem seine erlangte Intension proportional und gemäss ist, und welche also in der gegebenen Zeit hat lebendig werden können, oder auch dem Quadrate dieser seiner erlangten Intension; mit den übrigen Graden ist der Körper unthätig, oder wirket doch nur nach dem Maasse der schlechten Geschwindigkeit, welches aber gegen die andere Kraft wie nichts zu achten ist.

§. 124.

Neue Schätzung der Kräfte.

Es hat demnach ein Körper, der seine Geschwindigkeit in freier Bewegung ins Unendliche unvermindert erhält, eine lebendige Kraft, d. i. eine solche, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse hat.[55])

Bedingungen derselben.

Allein dieses sind auch die Bedingungen, die diesem Gesetze anhängen.

1) Muss der Körper den Grund in sich enthalten, in einem nicht widerstehenden Raume seine Bewegung gleichförmig, frei und immerwährend zu erhalten.

2) Siehet man aus dem vorher Erwiesenen, dass er diese Kraft nicht von der äusserlichen Ursache her habe, die ihn in Bewegung gesetzt, sondern dass sie nach der äusserlichen Anreizung aus der inneren Naturkraft des Körpers selber entspringe.

3) Dass diese Kraft in ihm in einer endlichen Zeit erzeuget werde.

§. 125.

Dieses Gesetz ist der Hauptgrund der neuen Kräfteschätzung, von welcher ich sagen würde, dass ich sie an die Stelle der Schätzungen des Cartesius und Leibnitz setze und zum Fundament der wahren Dynamik mache, wenn die Geringschätzigkeit meiner Urtheile, in Vergleichung mit so grossen Männern, mit denen ich zu thun habe, mit erlaubte, mit solcher Auctorität zu reden. Indessen bin ich nicht ungeneigt, mich zu überreden, dass dieses Gesetz vielleicht dasjenige Ziel bestimmen könne, dessen Verfehlung den Zwiespalt und

die Uneinigkeit unter den Philosophen aller Nationen erreget hat. Die lebendigen Kräfte werden in die Natur aufgenommen, nachdem sie aus der Mathematik verwiesen worden. Man wird keinen von beiden grossen Weltweisen, weder Leibnitz noch Cartesius, durchaus des Irrthums schuldig geben können. Auch sogar in der Natur wird Leibniz's Gesetz nicht anders stattfinden, als nachdem es durch Cartesius' Schätzung gemässiget worden. Es heisst gewissermassen die Ehre der menschlichen Vernunft vertheidigen, wenn man sie in den verschiedenen Personen scharfsinniger Männer mit sich selber vereiniget, und die Wahrheit, welche von der Gründlichkeit solcher Männer niemals gänzlich verfehlet wird, auch alsdenn herausfindet, wenn sie sich gerade widersprechen.

§. 126.

Weil es freie Bewegungen giebt, so giebt es auch lebendige Kräfte.

Es kommt nur darauf an, dass es in der Welt freie Bewegungen gebe, die sich immerwährend und unvermindert erhalten würden, wenn kein äusserlicher Widerstand wäre; so ist die Sache ausgemacht, und es giebt gewiss in der Natur lebendige Kräfte. Die freie und immerwährende Bewegung der Planeten, wie auch die unzählbaren anderen Erfahrungen, welche es ausweisen, dass die freibewegten Körper nur nach Maassgebung des Widerstandes ihre Bewegung verlieren, und ohne dieselbe sie immer erhalten würden, leisten diese Gewährung und behaupten das Dasein der lebendigen Kräfte in der Natur.

Die Mathematik erlaubt keine freien Bewegungen.

Indessen ist hieraus auch klar, dass die Mathematik, nach der Schärfe zu urtheilen, an ihrem Körper keine freie Bewegung erlaube. Denn sie erlaubet dasjenige nicht, welches nothwendig ist, die Bewegung

frei und immerwährend zu machen, nämlich dass der Körper aus seinem Inneren eine Bestrebung und Kraft in sich erzeuge, die weder von der äusserlichen Ursache entstanden ist, noch von ihr herkommen kann. Denn sie erkennet keine andere Kraft in einem Körper, als diejenige, die von demjenigen Körper hervorgebracht worden, der die Ursache seiner Bewegung ist.

§. 127.

Leichtere Methode, diese Betrachtungen zu nutzen.

Obgleich die bisherigen Betrachtungen und Beweise von der Art sind, dass sie, so viel als nur die Natur der Sache zulässt, den mathematischen Begriffen und ihrer Klarheit gleichkommen, so will ich doch Denen zu Gefallen, denen Alles verdächtig ist, was nur den Schein einer Metaphysik an sich hat, und die durchaus eine Erfahrung fordern, sie zum Grunde der Folgerungen zu legen, eine Methode anzeigen, nach welcher sie diese Betrachtungen mit ihrer besseren Befriedigung gebrauchen können. Ich werde nämlich gegen das Ende dieses Hauptstückes aus einer Erfahrung mit mathematischer Schärfe darthun, dass in der Natur wirklich Kräfte, die das Quadrat der Geschwindigkeit haben, zu finden seien.

Hierauf können diese Herren aus dem Resultat aller Beweise des zweiten Hauptsückes sich überführen, dass eine dergleichen Kraft nicht könne eine Wirkung der äusserlichen mechanischen Ursache sein, weil, wenn man die Kraft nur als eine Wirkung derjenigen Ursache zulässt, die die Bewegung zuwege gebracht hat, keine andere Schätzung statthaben könnte, als die nach der blossen Geschwindigkeit. Dieses wird sie hernach auf die Art und Weise leiten, wie diese Kraft aus der inneren Naturkraft des Körpers entspringen könne, und sie allmählich in diejenigen Betrachtungen hineinführen, die ich über das Wesen der lebendigen Kräfte angestellet habe.

§. 128.

Herr Bernoulli hat schon diese Begriffe gehabt.

Ich habe gesagt, dass die freie und aus dem Innern des Körpers fortgesetze Dauer der Kraft das wahrhafte Merkmal sei, woraus man einzig und allein abnehmen könne, dass dieselbe lebendig sei und das Quadrat zum Maasse habe. Ich bin ungemein erfreut, diesen Gedanken auf das Genaueste in derjenigen Abhandlung des Herrn Johann Bernoulli anzutreffen, welche wir oben angeführt haben. Er hat seine Meinung als ein blosser Geometer, zwar nicht in der rechten Sprache der Metaphysik, aber dennoch vollkommen deutlich ausgedrücket: *vis viva*, spricht er, *est aliquid reale et substantiale, quod per se subsistit, et quantum in se est, non dependet ab alio; — — — vis mortua non est aliquid absolutum, et per se durans etc. etc.**)

Diese Ausführung gereichet meiner Betrachtung zu nicht geringem Vortheil. Der Mathematikkundige siehet sonst die Schlüsse, von denen er glaubt, dass sie aus spitzfindigen metaphysischen Unterscheidungen herfliessen, mit einem gewissen Misstrauen, welches ihn nöthiget, seinen Beifall aufzuschieben, und ich müsste besorgen, dass er es auch in Ansehung der meinigen thun möchte; allein hier liegt die Sache so am Tage, dass sie sich dem strengsten Geometer in seiner mathematischen Erwägung von selber darstellet.

*) Dies heisst: Die lebendige Kraft, spricht er, ist etwas Wirkliches und Selbstständiges, was in sich selbst besteht, und die in soweit von nichts Anderm abhängt. — Die todte Kraft ist kein Unbedingtes, was durch sich selbst dauert u. s. w. —
(A. d. H.)

Aber er hat sie nicht in den tüchtigen Gründen aufgesucht.

Ich erstaune, dass, da Herr Bernoulli in dem Begriffe von der lebendigen Kraft diese Erleuchtung hatte, es ihm möglich gewesen ist, sich in der Art und Weise so sehr zu verirren, dadurch er diese Kraft beweisen wollte. Er hätte leichtlich abnehmen können, dass er sie in denen Fällen nicht finden würde, die in Ansehung dieses *realis et substantialis, quod per se subsistit et est absolutum aliquid*, unbestimmt sind, oder in denen diejenigen Bestimmungen, welche hierauf führen sollen, nicht anzutreffen sind; denn dasselbe ist ja, wie er es selber einsah, das Geschlechtsmerkmal der lebendigen Kraft, und dasjenige, was in Ansehung dieses Charakters unbestimmt ist, kann auch nicht auf die lebendige Kraft führen. Indessen meinte er sie in dem Falle der zwischen zwei ungleiche Körper sich ausstreckenden Feder anzutreffen, darin nicht allein nichts zu finden ist, was vielmehr auf die, durch obiges Unterscheidungszeichen bemerkte, lebendige Kraft, als auf die sogenannte todte führen sollte, sondern sogar alle Kraft, die in der Einrichtung seines Beweises vorkommt, etwas ist, *quod non est aliquid absolutum, sed dependet ab alio.*

Wir werden hierdurch nochmals überführt, wie gefährlich es sei, sich dem blossen Ausgange des Beifalls in einem zusammengesetzten und scheinbaren Beweise zu überlassen, ohne den Leitfaden der Methode, die wir §§. 88, 89, 90 angepriesen und mit grossem Nutzen gebraucht haben, d. i. wie unumgänglich nothwendig es sei, die der Sache, welche das Subject des Beweises ist, nothwendig anhängenden Begriffe zum Voraus zu erwägen, und hernach zu untersuchen, ob die Bedingungen des Beweises auch die gehörigen Bestimmungen in sich schliessen, die auf die Festsetzung dieser Begriffe abzielen.

§. 129.

Die lebendigen Kräfte sind von zufälliger Natur.

Wir haben erwiesen, dass das Dasein der lebendigen Kräfte in der Natur sich auf der Voraussetzung allein gründe, dass es darin freie Bewegungen giebt. Nun kann man aber aus den wesentlichen und geometrischen Eigenschaften eines Körpers kein Argument ausfindig machen, welches ein solches Vermögen zu erkennen geben sollte, als zu Leistung einer freien und unveränderten Bewegung erfordert wird, nach demjenigen, was wir in Ansehung dessen in dem Vorhergehenden ausgemacht haben.

Dieses haben auch dic Leibnitzianer erkannt.

Also folget, dass die lebendigen Kräfte nicht als eine nothwendige Eigenschaft erkannt werden, sondern etwas Hypothetisches und Zufälliges sind. Herr von Lebnitz erkannte dieses selber, wie er es insonderheit in der Theodicee bekennet, und Herr Nicolaus Bernoulli bestätiget es durch die Manier, die man, wie er meinet, brauchen muss, die lebendigen Kräfte erweislich zu machen; nämlich dass man die Grundäquation voraussetzen müsse $dv = pdt$, in welcher dv das Element der lebendigen Kraft, p der Druck, der die Geschwindigkeit erzeuget, und dt das Element der Zeit, darin der Druck die unendlich kleine Geschwindigkeit hervorgebracht hat, anzeiget. Er sagt, dieses sei etwas Hypothetisches, welches man annehmen müsse.

Und dennoch suchen sie sie in geometrisch nothwendigen Wahrheiten.

Die anderen Verfechter der lebendigen Kräfte, die sich einen Gewissensscrupel daraus machten, anders

zu urtheilen, als Herr von Leibnitz, haben aus demselben Tone gesungen. Und dennoch habe ich die lebendigen Kräfte in denen Fällen gesuchet, die durchaus geometrisch nothwendig sind, und auch darin zu finden vermeinet; welches gewiss äusserst zu verwundern ist.

Sonderbarer Fehltritt des Herrn Herrmann in dieser Materie.

Herr Herrmann versuchte es auf die gleiche Art, ohne dass er sich durch die Zufälligkeit der lebendigen Kräfte irre machen liess. Allein die vorhergefasste gute Meinung von Leibnitz's Gedanken, und der Vorsatz, durhaus zum Zwecke zu kommen, leitete ihn in einen Fehlschluss, der gewiss anmerkungswürdig ist. Mich dünkt, es sollte nicht leichtlich Jemand gefunden werden, dem es einfallen sollte, also zu schliessen: die zwei Grössen a und b soll man zusammennehmen und in ihrer Verbindung betrachten, *ergo* muss man sie zusammen multipliziren; und dennoch geschahe dieses recht nach dem Buchstaben von Herrn Herrmann, der ein so grosser Meister im Schliessen war. „Weil der Körper,“ sagt er, „der im Fallen ein neues Element der Kraft empfängt, doch schon eine Geschwindigkeit hat, so muss man diese doch auch mit in Betrachtung ziehen. Man wird also die Geschwindigkeit v, die er schon hat, seine Masse M und das Element der Geschwindigkeit, oder welches einerlei ist, das Produkt aus der Schwere g in die Zeit, d. i. gdt zusammensetzen. *Ergo* ist dv oder das Element der lebendigen Kraft gleich $gMdt$, d. i. dem Produkt aus den hier bezeichneten Grössen.“

§. 130.

Die Erfahrung bestätigt die successive Lebendigwerdung.

Unser Lehrgebäude führt mit sich, dass ein frei und gleichförmig bewegter Körper in dem Anfange seiner

Bewegung noch nicht seine grösseste Kraft habe, sondern dass dieselbe grösser sei, wenn er sich eine Zeit lang schon beweget hat. Mich dünkt, es sind Jedermann gewisse Erfahrungen bekannt, die dieses bestätigen. Ich habe selber befunden, dass bei vollkommen gleicher Ladung einer Flinte, und bei genauer Uebereinstimmung der anderen Umstände ihre Kugel viel tiefer in ein Holz drang, wenn ich dieselbige einige Schritte vom Ziele abbrannte, als wenn ich sie nur einige Zolle davon in ein Holz schoss. Diejenigen, die bessere Gelegenheit haben, als ich, Versuche anzustellen, können hierüber genauere und besser abgemessene Proben machen. Indessen lehrt doch also die Erfahrung, dass die Intension eines Körpers, der sich gleichförmig und frei bewegt, in ihm wachse und nur nach einer gewissen Zeit ihre rechte Grösse habe, denen Sätzen gemäss, die wir hievon erwiesen haben.

§. 131.

Nunmehro, nachdem wir das Fundament einer neuen Kräfteschätzung gelegt haben, sollten wir uns bemühen, diejenigen Gesetze anzuzeigen, die mit derselben insonderheit verbunden sind und die gleichsam das Gerüste zu einer neuen Dynamik ausmachen.

Ich bin in dem Besitze, einige Gesetze darzulegen, nach denen die *Vivification* oder Lebendigwerdung der Kraft geschiehet; allein da diese Abhandlung den ersten Plan dieser so neuen und unvermutheten Eigenschaften der Kräfte zu entwerfen bemühet ist, so muss ich mit Recht besorgen, dass meine Leser, die vornehmlich begierig sind, von dem Hauptwesen gewiss gemacht zu werden, sich mit Verdruss in einer tiefen Untersuchung einer Nebensache verwickelt sehen möchten, zumal da es Zeit genug ist, sich darin einzulassen, wenn das Hauptwerk erst genugsam gesichert und durch Erfahrungen bewähret ist.

Diesem zufolge werde ich nur die allgemeinsten und beobachtungswürdigsten Gesetze, die mit unserer Kräfteschätzung verknüpfet sind, und ohne die ihre

Natur nicht wohl kann begriffen werden, mit möglichster Deutlichkeit zu eröffnen bemühet sein.

§. 132.

Es gilt nicht bei allen Geschwindigkeiten überhaupt die Lebendigwerdung der Kraft.

Folgende Anmerkung leget ein ganz unbekanntes dynamisches Gesetz dar, und ist in der Kräfteschätzung von nicht gemeiner Erheblichkeit.

Wir haben gelernet, dass ein Körper, der im Ruhestande wirket, nur einen todten Druck ausübe, der von dem Geschlechte der lebendigen Kräfte ganz unterschieden ist und auch nur die schlechte Geschwindigkeit zum Maasse hat; womit auch sowohl der ganze Anhang der Cartesianer, als Leibnitz's Schüler überstimmen. Ein Körper aber, dessen Geschwindigkeit unendlich klein ist, bewegt sich eigentlich gar nicht, und hat also eine im Ruhestande bestehende Kraft; also hat sie das Maass der Geschwindigkeit schlechthin.

Wenn wir also die zum Geschlechte der lebendigen Kräfte gehörigen Bewegungen bestimmen wollen, so müssen wir sie nicht über alle Bewegungen ausdehnen, deren Geschwindigkeit so gross oder klein sein kann, als man will, d. i. ohne dass ihre Geschwindigkeit dabei bestimmt ist. Denn alsdenn würde bei allen ins Unendliche kleineren Graden der Geschwindigkeit dasselbe Gesetz wahr sein, und die Körper würden auch bei unendlich kleiner Geschwindigkeit eine lebendige Kraft haben können, welches kurz vorher falsch befunden worden.

Die Geschwindigkeit muss hiebei bestimmt sein.

Demnach gilt das Gesetz der Quadratschätzung nicht über alle Bewegungen, ohne Betrachtung ihrer Geschwindigkeit, sondern diese kommt dabei mit in Anschlag. Daher wird bei einigen Graden der Ge-

schwindigkeit die mit denselben verbundene Kraft nicht lebendig werden können, und es wird eine gewisse Grösse der Geschwindigkeit sein, mit welcher die Kraft allererst die *Vivification* erlangen kann, und unter welcher in allen kleineren Graden bis zur unendlich kleinen dieses nicht angehet.

Folglich ist auch nicht ohne Unterschied mit allen Geschwindigkeiten eine freie Bewegung möglich.

Weil ferner die völlige Lebendigwerdung der Kraft die Ursache der freien und immerwährenden Erhaltung der Bewegung ist, so folget, dass diese auch nicht bei allen Geschwindigkeiten ohne Einschränkung möglich sei, sondern dass dieselbe hier gleichfalls bestimmt sein muss, d. i. es müsse die Geschwindigkeit eine gewisse bestimmte Grösse haben, wenn der Körper mit derselben eine immerwährende, unveränderte und freie Bewegung leisten soll; unter diesem bestimmten Grade würde bei allen kleineren Graden dieses nicht möglich sein, bis bei unendlich kleinem Grade Geschwindigkeit diese Eigenschaft ganz verschwindet, und die Dauer der Bewegung nur etwas Augenblickliches ist.

Also wird die Regel der freien und unverminderten Fortsetzung der Bewegung nicht überhaupt, sondern nur von einem gewissen Grade Geschwindigkeit an gelten, unter demselben werden alle kleineren Grade der Bewegungen sich von selber aufzehren und verschwinden, bis bei unendlich kleinem Grade die Bewegung nur einen Augenblick dauert und einer immerwährenden Ersetzung von draussen nöthig hat. Daher giebt gilt Newton's Regel in seiner unbestimmten Bedeutung nicht von den Körpern der Natur: *corpus quodvis pergit in statu suo vel quiescendi, vel movendi, uniformiter, in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur.**)

*) Dies heisst: Jeder Körper fährt in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung fort, gleichmässig geradeaus beharren, so lange er von einer äussern Ursache nicht genöthiget wird, seinen Zustand zu ändern. — (A. d. H.)

§. 133.

Die Erfahrung bestätigt dieses.

Die Erfahrung bestätigt diese Anmerkung; denn wenn die unendlich kleine Geschwindigkeit lebendig werden könnte, so müsste sie, wegen der Proportion gegen die Lebendigwerdung der endlichen Kräfte, in unendlich kleiner Zeit lebendig werden (§. 122), also würden zween Körper, wenn sie nur allein den Druck der Schwere ausübeten, zwar nur ihren Geschwindigkeiten proportionale Kräfte haben, aber sobald sie nur von ganz unmerklich kleinen Höhen herabgelassen würden, so müsste ihre Kraft sogleich wie das Quadrat derselben sein, welches dem Gesetze der Continuität und der Erfahrung entgegen ist; denn wie wir schon erwähnet haben, so hat ein Körper, der ein Glas durch sein Gewicht nicht zerbricht, auch nicht die Kraft es zu zerbrechen, wenn man es eine ungemein kleine Entfernung davon auf dasselbe fallen lässt, und 2 Körper, die einander gleich wiegen, werden sich auch das Gleichgewicht halten, wenn man sie gleich beide ein Wenig auf die Wagschalen fallen lässt, da doch, wofern jenes statthätte, alsdenn hier ein ungemeiner Ausschlag erfolgen müsste.

Anwendung auf die Bewegung in medio resistente.

Diese Regel muss also in Bestimmung der Regeln von dem Widerstande des Mittelraumes, darin Körper sich frei bewegen, hinführo mit in Anschlag kommen. Denn wenn die Geschwindigkeit schon sehr klein zu werden anfängt, so thut der Mittelraum nicht mehr so viel zur Verringerung der Bewegung, als vorher, sondern dieselbe verlieret sich zum Theil von selber:

§. 134.

Ob die Lebendigwerdung und freie Bewegung in allen grösseren Graden der Geschwindigkeit ins Unendliche möglich sei.

Wir sind in dem Mittelpunkte der artigsten Aufgaben, welche die abstracte Mechanik vorher niemals hat gewähren können.

Wir haben die Frage aufgeworfen: ob die Körper auch bei allen Geschwindigkeiten, sie mögen so klein sein, wie sie wollen, zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen und ihre Bewegungen unverändert frei fortsetzen können? Jetzt wollen wir untersuchen: ob sie auch dieselbe in allen höheren Graden der Geschwindigkeiten ins Unendliche zu leisten vermögend sind, das ist, ob die Körper die ihnen ertheilte Bewegung frei fortsetzen und unvermindert erhalten, folglich zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen können, die Geschwindigkeit, die ihnen ertheilt worden, mag so gross sein, wie sie wolle?

Weil die Lebendigwerdung und die darauf sich gründende unvermindert freie Fortsetzung der Bewegung ein Erfolg der inneren Naturkraft des Körpers ist, folglich allemal voraussetzet, dass diese vermögend sei, jene in sich hervorzubringen und zu dem erforderlichen Grade der Intension von selber zu gelangen, so kommt es bei der Leistung aller, ins Unendliche höhern Grade der lebendigen Kraft einzig und allein auf die Grösse und das Vermögen dieser Naturkraft an. Nun ist aber keine Grösse der Natur wirklich unendlich, wie dieses die Metaphysik auf eine unbetrügliche Art darthut; also muss die besagte Naturkraft eines jeden Körpers eine bestimmte endliche Quantität haben. Daher ist ihr Vermögen zu wirken auch in ein endliches Maass eingeschränkt, und es folget, dass sie ihre Fähigkeit, lebendige Kräfte bei immer grösseren Graden der Geschwindigkeit aus sich hervorzubringen, nur bis auf ein gewisses endliches Ziel erstrecken

werde, das ist, dass der Körper nicht ins Unendliche, bei allen Graden der Geschwindigkeit, die Kraft mit derselben in sich lebendig machen, und folglich derselben unendliche und unverminderte Fortdauer in freier Bewegung leisten könne, sondern dass dieses Vermögen des Körpers allemal nur bis auf eine gewisse Grösse der Geschwindigkeit gelte, so dass in allen höheren Graden über dieselbe das Vermögen des Körpers weiter nicht zureicht, die derselben gemässe Vivification zu vollführen und eine so grosse Kraft aus sich hervorzubringen.

§. 135.

Was in Ansehung der freien Bewegung hieraus erfolge.

Hieraus fliesset, dass, wenn dieser Grad bestimmt ist, der Körper, wenn ihn eine äusserliche Ursache mit grösserer Geschwindigkeit antreibt, zwar derselben nachgeben, und so lange, als der Antrieb von draussen dauert, diese Geschwindigkeit der Bewegung annehmen werde, allein sobald jene ablässt, auch sofort denjenigen Grad von selber verlieren müsse, der über die bestimmte Maasse ist, und nur denjenigen übrig behalten und frei und unvermindert fortsetzen werde, welchen der Körper nach dem Maasse seiner Naturkraft in sich lebendig zu machen vermögend ist.

Der Körper Fähigkeit in Ansehung dessen ist verschieden.

Ferner ergiebt sich hieraus, dass es möglich, und auch wahrscheinlich sei, dass unter der grossen Mannigfaltigkeit der Körper der Natur dieser ihre Naturkraft in verschiedenen Körpern von verschiedener Grösse sein werde, folglich, dass einer von denselben eine gewisse Geschwindigkeit frei fortzusetzen vermögend sei, wozu doch des anderen Naturkraft nicht zulanget.

Summa.

Es sind also zwei Grenzen, darin die Grösse derjenigen Geschwindigkeit eingeschloseen ist, bei welcher die Lebendigwerdung der Kraft eines gewissen Körpers bestehen kann, die eine, unter welcher, die andere, über welcher die Lebendigwerdung und freie Bewegung nicht mehr kann erhalten werden.

§. 136.

Die lebendige Kraft kann zum Theil ohne Wirkung verschwinden.

Wir haben §. 121 gelernet, dass die Kraft eines Körpers, wenn sie lebendig geworden ist, viel grösser sei, als diejenige mechanische Ursache war, die ihm die ganze Bewegung gegeben hatte; und dass daher ein Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft habe, obgleich die äusserlichen Ursachen seiner Bewegung, nach Anweisung der Jurin'schen Methode (§. 110), in ihn nur mit 2 Graden Kraft gewirket hat. Jetzt wollen wir erklären: wie eine Hinderniss, deren Gewalt viel kleiner ist, als die Kraft, die der Körper hat, ihm dennoch seine ganze Bewegung nehmen könne, und dass folglich, so wie die lebendige Kraft im ersteren Falle zum Theil von selber entstehet, also auch im zweiten sich von selber in der Ueberwältigung einer Hinderniss, die viel geringer ist, als sie, verzehren könne.

Beweis.

Dieses zu beweisen, dürfen wir nur den Jurin'schen Fall §. 110 umkehren. Es bewege sich nämlich der Kahn (Figur 21) AB von C gegen B mit der Geschwindigkeit wie 1. Ferner wollen wir setzen, die Kugel E bewege sich in derselben Richtung, nämlich

CB, aber in freier Bewegung und mit lebendiger Kraft, mit einer Geschwindigkeit wie 2, folglich wird diese Kugel die Hinderniss *R*, die hier durch eine Feder vorgestellet wird und deren Kraft wie 1 ist, nur mit einem einfachen Grade Geschwindigkeit treffen; denn was den anderen Grad betrifft, so bewegt er sich nicht mit demselben in Ansehung dieser Hinderniss, weil diese ebendieselbe Bewegung nach einerlei Richtung gleichfalls hat, folglich dem Körper nur ein Grad Bewegung in Relation gegen dieselbe übrig bleibet. Bei einfachem Grade Geschwindigkeit aber ist die Kraft auch nur wie 1, folglich stösst die Kugel mit einer Kraft wie 1 auf die Hinderniss, welche ebenfalls eine einfache Kraft hat, und wird also durch dieselbe diesen seinen Grad Geschwindigkeit und Kraft verlieren. Es bleibt ihm alsdenn aber nur ein Grad absolute Bewegung, und folglich auch nur ein Grad Kraft übrig, die mithin wiederum durch eine andere Hinderniss, welche wie 1 ist, mag vernichtet werden; folglich kann ein Körper, in dem wir eine lebendige Kraft setzen, und der also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, von zwei Hindernissen zur Ruhe gebracht werden, die jede nur 1 Grad Kraft haben, mithin müssen auf diese Weise 2 Grade in ihm von selber verschwinden, ohne durch äusserliche Ursachen aufgehoben und gebrochen zu werden.

§. 137.

Erklärung dieses Satzes nach unseren Begriffen der lebendigen Kraft.

Die Umstände, unter welchen ein Körper einen Theil seiner lebendigen Kraft ohne Wirkung verschwendet, sind also diese: dass zwei oder mehr Hindernisse ihm nach einander auf solche Weise Widerstand thun, dass jedwede nicht der ganzen Geschwindigkeit des bewegenden Körpers, sondern nur einem Theile derselben sich entgegensetzet, wie die Auflösung des vorigen Paragraphen es zu erkennen giebt.

Wie dieses mit unseren Begriffen von der lebendigen Kraft zusammenstimme, lässt sich auf folgende Weise ohne Schwierigkeit begreifen. Wenn die Geschwindigkeit eines Körpers in ihre Grade zertheilt wird, so ist die lebendige Kraft, die bei einem von diesen Graden von den anderen abgesondert anzutreffen ist, und welche also der Körper auch anwendet, wenn er mit diesem Grade ganz allein ohne die übrigen wirket, wie das Quadrat dieses Grades; wenn er aber mit seiner ganzen Geschwindigkeit unzertheilt und zugleich wirket, so ist die ganze Totalkraft wie das Quadrat derselben, folglich derjenige Theil der Kraft, der dem benannten Grade der Geschwindigkeit zukommt, wie das *Rectangulum* aus diesem Grade in die ganze Geschwindigkeit, welches eine viel grössere Quantität ausmacht, als die in dem vorigen Falle war. Denn wenn wir z. E. die ganze Geschwindigkeit aus zwei Graden bestehend annehmen, welche dem Körper eine nach der anderen ertheilt worden, so erhob sich die lebendige Kraft, da die Geschwindigkeit noch 1 war, nur zu einer Grösse wie 1; nachdem aber der zweite Grad hinzu kam, so entsprang in demselben nicht allein wiederum ein Grad Kraft, der diesem zweiten Grade Geschwindigkeit allein proportionirt ist, sondern die Naturkraft erhob die Intension noch in derselben Proportion, darin die Geschwindigkeit wuchs, und machte, dass die lebendige Kraft bei der gesammten Geschwindigkeit vierfach wurde, da doch die Summe der Kräfte bei allen abgesonderten Graden nur zweifach gewesen sein würde, folglich, dass ein jeder Grad, in der verbundenen Wirkung mit den übrigen, 2 Grade Kraft ausüben konnte, da ein jeder für sich in abgesonderter Wirkung nur eine einfache hatte. Daher wenn ein Körper, der eine lebendige, folglich mit zweifacher Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, seine ganze Geschwindigkeit nicht zugleich, sondern einen Grad nach dem anderen anwendet, so übet er nur eine sweifache Kraft aus, die übrigen 2 aber, die dem Körper bei der gesammten Geschwindigkeit beiwohneten, verschwinden von selber, nachdem die Naturkraft aufhöret sie zu erhalten, eben so, wie sie

bei ihrer Erzeugung gleichfalls aus dieser Naturkraft von selber hervorgebracht worden.[56])

§. 138.

Folgerungen.

Diese Anmerkung belohnet unsere Mühe mit wichtigen Folgerungen.

1. Wir werden die vollständige Wirkung der lebendigen Kraft nirgends antreffen, als wo die Hinderniss der ganzen Geschwindigkeit des mit lebendiger Kraft eindringenden Körpers zugleich Widerstand thut, und alle Grade derselben zusammen erduldet.

2. Wo im Gegentheil die Hinderniss sich nur einem Grade derselben allein widersetzet, folglich die ganze Geschwindigkeit nicht anders, als in zertheilten Graden, nach und nach erduldet, da gehet ein grosser Theil der lebendigen Kraft von selber verlustig, ohne dass er durch die Hinderniss vernichtiget worden, und man würde sich betrügen, wenn man glaubete, die Hinderniss, die auf diese Weise die ganze Bewegung verzehret, habe auch die ganze Kraft selber gebrochen. Dieser Verlust ist jederzeit um desto beträchtlicher, je kleiner der Grad Geschwindigkeit, den die Hinderniss erduldet, gegen die ganze Geschwindigkeit des bewegenden Körpers ist. Z. E. es sei die Geschwindigkeit, in der der Körper seine lebendige Kraft hat, in 3 gleiche Grade zertheilet, deren jedwedem allein sich die Hinderniss auf einmal nur widersetzen kann, so ist, wenngleich der Körper mit jedem dieser Grade besonders auch eine lebendige Kraft hat, die Kraft jedes Grades besonders wie 1, folglich die Gewalt der Hinderniss, die diese 3 nach einander überwindet, auch wie 3; die ganze lebendige Kraft aber dieses Körpers war wie das Quadrat von 3, d. i. wie 9; folglich sind auf diese Weise 6 Grade Kraft, d. i. $^2/_3$ vom Ganzen ohne äusserlichen Widerstand von selber verloren gegangen. Im Gegentheil, wenn wir eine andere Hinderniss nehmen, die nicht das Drittheil, sondern die Hälfte besag-

ter ganzen Geschwindigkeit auf einmal erduldet, folglich die ganze Bewegung nicht in 3, sondern in zwei getrennten Graden verzehret, so ist der Verlust, den die lebendige Kraft hierbei ausser demjenigen erduldet, was diese Hinderniss verzehret, nur wie 2, d. i. $^1/_2$ vom Ganzen, folglich kleiner, als im vorigen Falle. Auf gleiche Weise, wenn der Grad, dem die Hinderniss auf einmal widerstrebet, $^1/_8$ von der ganzen Geschwindigkeit ist, so verschwendet der Körper $^7/_8$ von der ganzen Kraft, davon die Ursache nicht in der Hinderniss zu suchen ist, und so ins Unendliche.

3. Wenn der Grad der Geschwindigkeit, dem die Hinderniss sich in jedem Augenblick entgegenesetzet, nur unendlich klein ist, so ist alsdenn gar keine Spur einer lebendigen Kraft mehr in den überwältigten Hindernissen zu finden, sondern, weil alsdenn jeder einzelne Grad nur in Proportion seiner schlechthin genommenen Geschwindigkeit wirket, und die Summe aller Grade der ganzen Geschwindigkeit gleich ist, so ist die ganze Wirkung der Kraft des Körpers, ob sie gleich lebendig ist, doch nur der schlechten Geschwindigkeit proportionirt, und die ganze Grösse der lebendigen Kraft verschwindet von selber völlig, ohne eine ihr gemässe Wirkung auszuüben; nämlich da sie eigentlich wie eine Fläche ist, die aus dem Flusse derjenigen Linie, die die Geschwindigkeit vorstellet, erzeuget worden, so verschwinden alle Elemente dieser zweiten Abmessung nach und nach von selber, und es thut sich in der Wirkung keine andere Spur einer Kraft hervor, als die nur der erzeugenden Linie, d. i. der Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist.

4. Also findet sich nirgends eine Spur einer lebendigen Kraft in den verübten Wirkungen oder überwältigten Hindernissen, wenngleich der Körper wirklich eine lebendige Kraft hat, als nur da, wo das Moment der Geschwindigkeit, womit die Hinderniss widerstrebet, von endlicher Grösse ist; aber auch alsdenn doch nicht ohne diese wichtige Bedingung, nämlich dass auch diese Grösse der Geschwindigkeit nicht so klein

sein mag, als sie wolle; denn wir wissen aus dem 132. §., dass eine gewisse Quantität derselben erfordert werde, damit der Körper, der sich mit derselben beweget, eine lebendige Kraft haben könne, und wenn das Moment der Widerstrebung der Hinderniss nach Maassgebung derselben zu klein ist, in derselben auch keine Wirkung der lebendigen Kraft könne verspüret werden.

Den höchst erheblichen Nutzen dieser Anmerkung werden wir insonderheit gegen das Ende dieses Hauptstückes vernehmen, woselbst sie dienen wird, die vornehmste Erfahrung, die die lebendigen Kräfte beweiset, recht zu erleuchten und bewährt zu machen.

§. 139.

Die Phänomena der Körper, die die Schwere überwinden, beweisen keine lebendige Kraft, dennoch streiten sie nicht darwider.

Da das Moment der Schwerdrückung nur mit unendlich kleiner Geschwindigkeit geschiehet, so erhellet vermittelst der dritten Nummer des vorigen Paragraphen gar deutlich, dass ein Körper, der seine Bewegung aufwendet, indem er die Hindernisse der Schwere überwindet, gegen dieselbe nur eine Wirkung ausüben werde, die seiner Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist, obgleich die Kraft selber sich wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit verhält, demjenigen ganz gemäss, was auch die Erfahrung hievon zu erkennen giebt, wie wir es im vorigen Hauptstücke ausführlich, und mehr wie auf eine Weise gesehen haben.

Sehet also hier sogar eine Erfahrung, die kein anderes, als Cartesius' Gesetz zuzulassen scheinet, und welches auch in der That eigentlich keine Merkmale von irgend einer anderen Schätzung, als von dieser von sich zeiget, gleichwohl aber bei genauer Erwägung der Quadratschätzung, wenn sie in ihrer richtigen Bedeutung genommen wird, nicht widerstreitet, sondern ihr dennoch Platz lässt.

Also widerleget die Wirkung, welche senkrecht in die Höhe steigende Körper verüben, indem sie die Hindernisse der Schwere überwinden, zwar Leibnitz's Schätzung ohne alle Widerrede, allein unsere lebendigen Kräfte beweist sie zwar eigentlich nicht; jedennoch hebet sie dieselben nicht auch auf. Indessen wenn wir unsere Aufmerksamkeit nur genau hierauf richten, so werden wir auch sogar daselbst noch einige Strahlen von unserer Schätzung antreffen. Denn der Körper würde seine ihm beiwohnende Bewegung nicht frei fortsetzen und dieselbe so lange selber erhalten können, bis die äusserliche Widerstrebung sie ihm nach und nach nimmt, wo er nicht diejenige innerliche Bestrebung oder Intension aus sich selbst hervorbrächte, die zugleich der Grund der freien Bewegung und auch der lebendigen Kraft ist.

§. 140.

Hierauf gegründete Proben.

Aus dem bis daher Erwiesenen ersehen wir zudie Ursache des wohlbekannten Kunststückes, wie man fast unbezwingliche Gewalten durch gar geringe Hindernisse aufheben könne. Wenn nämlich die Gewalt, die man brechen soll, auf einer lebendigen Kraft beruhet, so setzet man ihr nicht eine Hinderniss entgegen, die ihren Widerstand auf einmal thut und plötzlich muss gebrochen werden, denn diese müsste öftermals unermesslich gross sein, sondern vielmehr eine solche, welche die Kraft nur in ihren kleineren Graden der Geschwindigkeit nach und nach erduldet und aufzehrt; denn auf diese Weise wird man durch ganz unbeträchtliche Widersetzungen erstaunlich grosse Gewalten vereiteln, gleichwie man z. E. die Stösse der Mauerbrecher durch Wollsäcke zernichtet hat, welche Mauern würden zermalmet haben, wenn sie unmittelbar auf dieselben getroffen hätten.

§. 141.

Weiche Körper wirken nicht mit ihrer ganzen Kraft.

Ferner erhellet, dass die Körper, welche weich sind und sich im Anlaufe leichtlich zusammendrücken, lange nicht alle ihre Kraft durch den Stoss anwenden werden, und dass sie vielmals gar geringe Wirkungen verüben, welche doch bei ebenderselben Kraft und Masse, aber grösserer Härtigkeit ungleich grösser sein würden. Ich weiss wohl, dass noch andere Ursachen dazu kommen, die ausser derjenigen, von welcher wir reden, zu diesem Verluste das Ihre beitragen, oder vielmehr machen, dass einer zu sein scheinet, aber unsere angeführte ist unstrittig die vornehmste, und zwar eines wahrhaften Verlustes.

§. 142.

Aufgeworfene Frage: ob die Wirkung der Körper ohne Unterschied ihrer Masse ihrer lebendigen Kraft proportional sein könne?

Nunmehro wollen wir untersuchen, wie denn die Wirkung eines Körpers, der eine lebendige Kraft hat, dessen Masse man aber unendlich klein gedenket, sein werde; denn dieses giebt hernach zu erkennen, ob bei gleichen Umständen, wenn die Kräfte zweier Körper beide lebendig sind, alle beide auch die, diesen lebendigen Kräften proportionalen Wirkungen ausüben können, wenn man sie in gleiche Umstände setzet, die Masse des kleinen sei auch so klein, wie sie wolle, oder ob vielmehr eines jeden Körpers Masse eine gewisse Grösse haben müsse, so dass, wenn man sie kleiner machet, die Wirkung, die er verübet, seiner lebendigen Kraft nicht proportional sein kann.

Das ist wohl untrüglich, dass, wenn ein Körper von endlicher Masse eine lebendige Kraft hat, ein jeg-

liches seiner Theile, sie mögen so klein sein, wie sie wollen, aucheine lebendige Kraft haben müssen, und diese auch haben würde, wenn es sich gleich von den anderen abgesondert bewegte; allein hier ist die Frage: ob ein solches kleines, oder wie wir es hier annehmen wollen, unendlich kleines Theilchen für sich allein auch eine seiner lebendigen Kraft proportionale Wirkung in der Natur ausüben könne, wenn man es in die gleichen Umstände setzet, darin ein grösseres in dieser Proportion wirken würde. Wir werden befinden, dass dieses nicht geschehen könne, und dass ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, wenn seine Masse kleiner ist, als sie nach Maassgebung der Regel, die wir beweisen wollen, sein muss, in der Natur keine solche Wirkung verübe, die dieser seiner lebendigen Kraft proportional ist, sondern dass er um desto weniger dieser Proportion beikomme, je kleiner hernach die Masse ist, bis, wenn die Masse unendlich klein ist, der Körper mit derselben nur in Proportion seiner Geschwindigkeit schlechthin wirken kann, ob er gleich eine lebendige Kraft hat, und ein anderer Körper, mit ebenderselben Geschwindigkeit und lebendigen Kraft, aber gehörig grosser Masse, in gleichen Umständen eine Wirkung ausüben würde, die dem Quadrate seiner Geschwindigkeit in die Masse multiplicirt gemäss wäre.

§. 143.

Beantwortung.

Die Sache kommt einzig und allein darauf an, dass alle Hindernisse in der Natur, die von einer gewissen Kraft sollen gebrochen werden, derselben nicht alsofort im Berührungspunkte gleich einen endlichen Grad der Widerstrebung entgegensetzen, sondern vorher einen unendlich kleinen, und so fort, bis nach dem unendlich kleinen Räumchen, welches die bewegende Kraft durchbrochen hat, der Widerstand, den sie antrifft, endlich wird. Dieses setze ich kraft der Uebereinstimmung der wahren Naturlehre voraus, ohne dass ich mich ein-

lassen will, die mancherlei Gründe, die es bestätigen, hier anzuführen. Newton's Schüler nehmen daher Gelegenheit zu sagen, dass die Körper in andere wirken, wenn sie sich gleich noch nicht berühren. Diesem zufolge treffen wir einen besonderen Unterschied zwischen der Wirkung, die ein Körperchen von unendlich kleiner Masse in solche Hindernisse der Natur ausübet, und zwischen derjenigen, die er verrichtet, wenn seine Masse die bestimmte endliche Grösse hat, wenn wir gleich den Unterschied nicht achten, der ohnedem zwischen den Kräften zweier Körper ist, deren Massen verschieden sind, und der schon lange bekannt ist, sondern nur den in Betrachtungziehen, der aus dem Begriffe unserer lebendigen Kräfte allein herfliesset.

Wir wissen nämlich schon, dass, wenn der Körper gleich eine lebendige Kraft hat, diese aber angewandt wird, die Hinderniss der Schwerdrückungen zu überwinden, seine Wirkung dennoch nur in Proportion der Geschwindigkeit schlechthin stehe, und alle Intension, die das Merkmal der lebendigen Kraft ist, ohne Wirkung verschwinde. Nun wirket aber der Gegendruck der Schwere mit unendlich kleiner Sollicitation bis in das Innerste seiner Masse, d. i, unmittelbar auf die unendlich kleinen Theile des bewegenden Körpers, also ist dieser sein Zustand dem Zustand desjenigen Körperchens gleich, der zwar mit lebendiger Kraft, aber unendlich kleiner Masse gegen eine jegliche Hinderniss der Natur anläuft; denn dieser erduldet, wie wir angemerkt haben, auch hier allemal einen Widestand, der, ebenso wie bei der Schwere, mit unendlich kleiner Sollicitation ihm unmittelbar widerstrebet, folglich wird eine solche unendlich kleine Masse auch auf gleiche Weise seine lebendige Kraft in sich selbst verzehren, und bei jeder Hinderniss der Natur nur nach Proportion seiner Geschwindigkeit wirken.

Dass dieses aber nur dem unendlich kleinen Körper begegne, und dagegen einer von endlicher und bestimmter Masse in dieselbe Hinderniss eine seiner lebendigen Kraft gemässe Wirkung ausüben könne, erhellet klärlich daraus, dass, wie wir annehmen, die Hinderniss ihren Widerstand nur von aussen thut, und

nicht, wie die Schwere, in das Innerste wirket; folglich der endliche Körper daselbst, wo die unendlich kleine Widerstrebung der Hinderniss ihre ganze Geschwindigkeit verlor, nur unendlich wenig, d. i. nichts verlieret, sondern seine Kraft nur gegen die endlichen Grade der Widerstrebung aufwendet, wozu jene nicht durchdringen kann, folglich in die Umstände gelanget, in welchen, wie wir §. 38 Nr. 4 gesehen haben, derjenige Körper sein muss, der seine lebendige Kraft zu einer ihr proportionalen Wirkung anwenden soll.

§. 144.

Die Masse muss bestimmt sein, mit welcher ein Körper die seiner lebendigen Kraft proportionirte Wirkung ausüben kann; unter dieser Grösse können kleinere Massen dieses nicht thun.

Da nun also die Wirkung des Körpers, der sich mit endlicher Kraft, aber unendlich kleiner Masse beweget, nirgends in der Natur dem Quadrat der Geschwindigkeit, sondern nur derselben schlechthin proportionirt ist, so folget vermöge der Art zu schliessen, die uns schon durch die oftmalige Ausübung bekannt sein muss, dass man nicht allgemein und ohne Einschränkung sagen könne, dieser Körper hat eine lebendige Kraft; folglich wird seine Wirkung, bei gehörigen*) Umständen, seiner lebendigen Kraft auch proportional sein, die Masse mag sonsten so klein sein, wie sie wolle; sondern es wird eine gewisse Quantität der Masse dazu erfordert werden, dass man dieses sagen könne, und unter diesem bestimmten Maasse wird keine Wirkung eines solchen Körpers in die Hindernisse der Natur seiner lebendigen Kraft proportionirt sein können, sie mögen auch sein, welche sie wollen;

*) Nämlich in denenjenigen, darinnen ein anderer von grösserer Masse mit derselben Geschwindigkeit seine lebendige Kraft ganz anwendet.

es wird aber die Wirkung um desto mehr von der Verhältniss der lebendigen Kraft abgehen, je mehr die Quantität der Massen unter diesem bestimmten Maasse ist, in allen höheren Grössen aber über dieselbe versteht es sich schon von selber, dass diese Abweichung gar nicht angetroffen werde.

§. 145.

Folgerungen.

Es folgen hieraus nachstehende Anmerkungen.

1. Dass ein kleines Theilchen Materie, in fester Vereinigung mit einer grossen Masse, mit lebendiger Kraft eine ganz andere und ausnehmend grössere Wirkung ausüben könne, als es allein und von derselben getrennet verrichten kann.

2. Dass dieser Unterschied dennoch nicht nothwendig sei, sondern auf dieser zufälligen Eigenschaft der Natur beruhe, dass alle ihre Hindernisse, der Regel der Continuität gemäss, schon von weitem und mit unendlich kleinen Graden anheben, ehe sie ihre endliche Widerstrebung dem anlaufenden Körper entgegensetzen, dass aber diesem ungeachtet die Natur schon keine andere Wirkung verstattet.

3. Dass es nicht ohne Unterschied wahr sei, dass die Wirkungen zweier Körper, deren Kräfte lebendig sind und deren Geschwindigkeit gleich ist, sich bei gleichen Umständen wie ihre Masse verhalten; denn wenn die eine von ihnen kleiner ist, als nach Maassgebung der angeführten Regel sein soll, so gehet ihre Wirkung noch dazu von dem Quadratmaasse der Geschwindigkeit ab, und ist also viel kleiner, als sie nach der Verhältniss der Massen allein hätte sein sollen.

4. Dass sogar die Veränderung der Figur der Körper ohne Aenderung ihrer Masse verursachen könne, dass ihre Wirkung bei den angeregten Umständen die Proportion ihrer Geschwindigkeit habe, obgleich die Kraft die Verhältniss vom Quadrate derselben hat, und

dass also ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, eine viel kleinere Wirkung thun könne, blos deswegen, weil seine Figur geändert worden, ohne dass weder seine Masse, noch Geschwindigkeit, noch lebendige Kraft, oder die Beschaffenheit der Hinderniss im geringsten eine Veränderung erlitten. Z. E. so muss eine güldene Kugel mit lebendiger Kraft eine viel grössere Wirkung thun, als wenn ebendieselbe güldene Masse mit gleicher Geschwindigkeit und Kraft gegen dieselbe Hinderniss anliefe, aber so, dass sie vorher zu einem dünnen und weit ausgedehnten Goldblatt geschlagen worden. Denn obgleich hier in Ansehung der Kraft nichts verändert worden ist, so machet doch die Aenderung der Figur, dass seine kleinsten Theile die Hinderniss hier ebenso treffen, als wenn sie von einander abgesondert auf dasselbe gestossen hätten, folglich, laut dem kurz vorher Erwiesenen, lange nicht mit ihrer lebendigen Kraft und derselben proportional wirken, sondern eine Wirkung ausüben, die dem Maasse der schlechten Geschwindigkeit entweder nahe kommt oder mit ihr übereintrifft; da im Gegentheil, wenn die Masse in der Figur einer soliden Kugel gegen die Hinderniss anläuft, sie auf eine so kleine Fläche derselben trifft, dass die unendlich kleinen Momente der Widersetzungen, welche sie in so kleinem Raume antrifft, nicht im Stande sind, die Bewegung dieser Masse aufzuzehren, folglich die lebendige Kraft unversehrt bleibt, um einzig und allein gegen die endlichen Grade der Widerstrebung dieser Hinderniss angewandt zu werden; gleichwie es dagegen klar ist, dass sie mit ihrer ersten Figur eine überaus grosse Fläche der Hinderniss decket, und folglich bei einerlei Masse einen unglaublich grösseren Widerstand von der unendlich kleinen Sollicitation, die in jedem Punkte der Hinderniss anzutreffen ist, erleidet, und daher von dieser leichter muss können aufgezehrt werden, mit entweder gänzlichem oder doch grossem Verluste der lebendigen Kraft, welches auf die erstere Art nicht geschiehet.

§. 146.

Flüssigkeiten wirken in Proportion des Quadrats der Geschwindigkeit.

Allein die wichtige Folgerung, die ich aus dem jetzt erwiesenen Gesetze ziehe, ist diejenige, welche ganz natürlicher Weise daraus herfliesset, nämlich dass flüssige Körper durch den Stoss in Verhältniss des Quadrats ihrer Geschwindigkeit wirken,*) ob sie gleich, wenn die Wirkung hier ihren lebendigen Kräften proportional sein sollte, solches nicht nach dem Maasse des Quadrats, sondern des Würfels ihrer Geschwindigkeit thun müssten; und wie dieses unserer Theorie der lebendigen Kräfte nicht entgegen sei, ob es gleich die lebendigen Kräfte des Herrn von Leibnitz aufhebet, wie Herr Jurin schon sehr wohl angemerket hat.

Wie dieses aus dem Vorigen folge.

Denn die Flüssigkeiten sind in die feinsten Theile, welche für unendlich klein gelten können, zertheilt, und machen zusammen keinen zusammenhängenden festen Körper aus, sondern wirken alle nach einander, ein jedes für sich und von den übrigen abgesondert; folglich erdulden sie denjenigen Verlust der lebendigen Kraft, den die unendlich kleinen Körperchen, wie wir angemerket haben, allemal erleiden, wenn sie gegen eine Hinderniss der Natur, sie sei, welche sie wolle, anlaufen, und wirken also nur in Proportion ihrer Geschwindigkeit, ob ihre Kraft gleich wie das Quadrat derselben ist.

Herr Richter hat sich viel vergebliche Mühe gegeben, diesen Streich des Herrn Jurin abzuwenden. Seine Sache war hülflos, da sie an die Regel gebunden war, dass die Kräfte in keiner anderen Proportion stehen, als derjenigen, darin ihre Wirkungen sind.

*) Wie es Herr Mariotte durch Versuche dargethan hat.

Vom Widerstande des Mittelraumes.

Endlich begreifet auch Jedermann hieraus leichtlich, woher die Körper mit freier Bewegung und lebendiger Kraft in einem flüssigen Mittelraume nur in Proportion des Quadrates ihrer Geschwindigkeit Widerstand leiden, ohne dass hiedurch unseren lebendigen Kräften Eintrag geschiehet, obgleich es der Leibnitz'schen Schätzung widerspricht, nach welcher dieser Widerstand dem Würfel der Geschwindigkeit proportionirt sein müsste.

§. 147.

Wird durch die Erfahrung bestätigt.

Es sind unzählbare Erfahrungen, die die Regel bestätigen, von der wir bis daher geredet haben. Ob dieselben gleich nicht so genau abgemessen sind, so sind sie dennoch untrüglich, und haben die Uebereinstimmung eines allgemeinen Beifalles.

Denn wofern wir unserer Regel nicht Platz einräumen, so müssen wir sagen, dass ein Körper, wenn er noch so klein und gering ist, ebenso grosse Wirkung in gleichen Umständen durch den Anstoss thun würde, als eine grosse Masse, wenn man nur ihre Geschwindigkeiten den Quadratwurzeln ihrer Massen umgekehrt proportionirt machte, oder nach Cartesius' Regel, wenn sie sich wie diese Massen selber umgekehrt verhielten. Allein die Erfahrung widerspricht diesem. Denn Jedermann ist darin einig, dass eine Flaumfeder oder ein Sonnenstäubchen durch eine freie Bewegung nicht die Wirkung einer Kanonenkugel ausrichten würden, wenn man ihnen gleich noch so viele Grade Geschwindigkeit, als man selber verlanget, zugestehen wollte; und Niemand wird, wie ich glaube, vermuthen, dass eines von denselben die festen Klumpen der Materie zertrümmern und Mauern durchbrechen könne, wenn sie mit noch so grosser Geschwindigkeit

in freier Bewegung auf dieselbe treffen sollten. Dieses Alles kann zwar durch einen ordentlich angestellten Versuch geprüfet und bestätiget werden, allein die unzählbaren Erfahrungen, die hievon in ähnlichen Fällen, obzwar nicht in so grosser Masse vorkommen, verursachen, dass Niemand an dem angeregten Erfolge zweifelt.

Nun ist doch aber nicht zu leugnen, dass besagte kleine Körpertheilchen unter der angeführten Einrichtung ihrer Geschwindigkeit nothwendig mit den grossen Körpern gleiche Kraft haben müssten, es sei nach Cartesius' oder Leibnitz's oder unserem Kräftemaasse; also bleibt kein anderes Mittel übrig, dieses zu erklären, als dass der kleine Körper eine viel kleinere Wirkung verüben müsse, als nach Maasgebung seiner Kraft geschehen sollte, und dass seine lebendige Kraft grösstentheils ohne Wirkung vereitelt wird, gerade so, wie wir es §. 43, 44, 45 von demselben bewiesen haben.

§. 148.

Die Bewegungen elastischer Körper heben Leibnitz's Schätzung, aber nicht die unsrige auf.

Zu denjenigen Erfahrungen, welche keine Spur von einer anderen Schätzung, als nur der Cartesianischen geben, und daher unserem Kräftemaasse zu widerstreiten scheinen, gehören endlich noch die Bewegungen elastischer Körper durch den Stoss, wovon wir im vorigen Hauptstücke ausführlich gehandelt haben, und welche alle in ganz untrüglichen Versuchen wahr befunden werden. Sie heben auch in der That die Quadratschätzung des Herrn von Leibnitz gänzlich auf, vermöge der Voraussetzung, die damit unzertrennlich verbunden ist, nämlich, dass die Wirkungen, in deren Hervorbringung die Kraft sich verzehret, dieser allemal gleich seien. Unsere hat den wohlgegründeten Vorzug, diesem Gesetz nicht unterworfen zu sein, und entgehet daher diesem Streiche.

Wir wissen schon aus dem Vorigen, dass die lebendige Kraft nicht so etwas ist, welches von draussen durch eine äusserliche Ursache, z. E. durch einen Stoss in einem Körper könne hervorgebracht werden; dieses kann uns schon unterweisen, dass wir die lebendigen Kräfte der gestossenen Körper nicht für die Wirkungen der stossenden ansehen und diese durch jene abzumessen suchen werden. Die Realauflösung aber der ganzen Schwierigkeit, wo man ja eine noch hierin anzutreffen vermeint, bestehet im Nachfolgenden.

§. 149.

Beweis.

Alle Mechanikverständige müssen wissen, dass ein elastischer Körper in den anderen nicht mit seiner ganzen Geschwindigkeit auf einmal wirke, sondern durch eine fortgesetzte Häufung der unendlich kleinen Grade, die er in denselben nach einander hineinbringt. Ich habe nicht nöthig, mich in die besonderen Ursachen hievon einzulassen; genug für mich, dass ich hierin den einstimmigen Beifall auf meiner Seite habe, und dass Jedermann es erkennet, dass ohne diese Voraussetzung kein Bewegungsgesetz könne erklärt werden. Die wahre Ursache hievon ist wohl diese, weil die Elasticität, nach der Natur einer Feder, sich nur demjenigen Grade der Geschwindigkeit entgegensetzet, welche hinlänglich ist, sie zu spannen, folglich bei jedem unendlich kleinen Grade der Eindrückung, die sie leidet, nur immer einen unendlich kleinen Grad der Geschwindigkeit des anstossenden Körpers erduldet, und also jeden Augenblick nicht der ganzen Geschwindigkeit, sondern nur dem unendlich kleinen Grade entgegengesetzet ist und ihn in sich aufnimmt, bis die successive Häufung die ganze Geschwindigkeit in den leidenden Körper auf diese Weise übertragen hat.

Hieraus folget, laut dem Vorhergehenden, dass, da der anstossende Körper hier nur nach einander mit einzelnen unendlich kleinen Graden seiner Geschwin-

digkeit wirket, er auch nur in schlechter Proportion seiner Geschwindigkeit wirken werde, ohne Nachtheil seiner lebendigen Kraft, die er demungeachtet in sich haben kann.

§. 150.

Das beliebte Gesetz des Herrn von Leibnitz, von der unveränderten Erhaltung einerlei Grösse der Kraft in der Welt, ist noch ein Vorwurf, der allhier eine genaue Prüfung zu erfordern scheinet. Es leuchtet sogleich in die Augen, dass, wenn in den bisherigen Betrachtungen etwas Gegründetes ist, es in derjenigen Bedeutung, darin es sonsten aufgenommen worden, nicht stattfinden könne. Was aber unsere Schätzung in diesem Stücke einführen würde, und wie sie den Regeln der allgemeinen Harmonie und Ordnung, welche besagtes Leibnitz'sche Gesetz so preiswürdig gemacht haben, Genüge leisten könne, das erlaubet mir die Beschaffenheit unseres Vorhabens und die Ermüdung, welche ich in einer so rauhen und ungebahnten Materie mit Recht von der Aufmerksamkeit meines gelehrten Lesers besorge, und die ich vielleicht schon gar zu sehr beleidigt zu haben fürchten muss, nicht gehörig zu entwerfen, obgleich ich im Besitze bin, einige Abrisse davon darzulegen.

§. 151.

Wir befinden uns jetzo in dem Lande der Erfahrungen; ehe wir aber darin Besitz nehmen können, müssen wir erst gewiss sein, dass diejenigen Ansprüche vertilget worden, welche ein gegründeteres Recht hierauf zu haben vorschützen und uns aus diesem Gebiete verdrängen wollen. Unsere Bemühung, die wir bis daher hiezu angewandt haben, würde unvollständig sein, wenn wir denjenigen Versuch und mechanischen Beweis, der den hochberühmten Herrn von Musschenbroeck zum Urheber hat und folglich überredend und

scharfsinnig ist, vorübergingen, ohne unsere übernommene Kräftelehre dawider zu schützen. Er hat durch denselben die lebendigen Kräfte in Leibnitz'scher Bedeutung zu vertheidigen gedacht, und daher ist es unsere Pflicht, ihn zu prüfen.

Wir werden bei genauer Erwägung desselben belehret werden, dass er nicht den verhofften Erfolg habe, sondern vielmehr Cartesius' Kräftemaass bestätige. Und dieses wird unsere oft erwähnte Anmerkung aufs Neue bestätigen, dass man keine Spur einer nach dem Quadrat zu schätzenden Kraft antreffe, so lange man ihren Ursprung nirgends anders als in den äusserlichen Ursachen zu finden vermeinet, und dass die wahrhafte lebendige Kraft nicht von draussen in dem Körper erzeuget werde, sondern der Erfolg der, bei der äusserlichen Sollicitation in dem Körper aus der inneren Naturkraft entstehenden Bestrebung ist; dass also alle Diejenigen, die nichts, als das Maass der äusserlich wirkenden mechanischen Ursachen annehmen, um das Maass der Kraft in dem leidenden Körper daraus zu bestimmen, wofern sie nur richtig urtheilen, niemals etwas Anderes, als Cartesius' Schätzung antreffen werden.

§. 152.

Musschenbroeck'scher mechanischer Beweis der lebendigen Kräfte.

Der Beweis des Herrn von Musschenbroeck ist folgender.

Nehmet einen hohlen Cylinder, an welchem eine Feder fest gemacht ist. Aus dem Cylinder muss ein Stab hervorragen, der mit Löchern versehen ist, und der durch die Oeffnung eines steifen Bleches durchgestecket wird. Wenn ihr nun die stählerne Feder an dieses Blech mit Gewalt andrücket und spannet, so dass der Stab durch die Oeffnung desselben weiter herausraget, so könnet ihr sie in dieser Spannung erhalten, indem ihr auf der hervorragenden Seite des-

selben einen Stift durch ein Loch des Stabes durchstecket. Endlich hänget den Cylinder als ein Pendul an zwei Fäden an irgend einer Maschine auf, sodann ziehet den Stift heraus, so wird die Feder losschnellen und dem Cylinder eine gewisse Geschwindigkeit geben, die durch die erlangte Höhe erkannt wird. Benennet diese Geschwindigkeit mit 10. Hierauf machet denselben Cylinder zweimal schwerer, als er vorher war, indem ihr in denselben so viel Gewichte hineinleget, als hiezu nöthig sind, und spannet die Feder, wie zuvor. Wenn ihr sie nun alsdenn wiederum losschnellen lasset, werdet ihr durch die Höhe, die er erreichet, befinden, dass die Geschwindigkeit 7,07 Grade habe. Hieraus argumentiret Herr von Musschenbroeck, wie folget.

Die Feder war beide Mal gleich gespannet, und hat daher in beiden Fällen gleiche Kraft gehabt, und da sie jedesmal ihre ganze Kraft anwendet, so hat sie auch beide Male gleiche Kräfte in den Cylinder hineingebracht; also muss die Kraft, die ein Körper von einfacher Masse mit 10 Graden Geschwindigkeit besitzet, derjenigen gleich sein, die in einem anderen, der eine zweifache Masse von 7,07 Grade Geschwindigkeit hat, anzutreffen ist. Dieses ist aber auf keine andere Art möglich, als wenn man die Kraft nach dem Product aus der Nasse in das Quadrat der Geschwindigkeit schätzet; denn alle andere mögliche Functionen der Geschwindigkeit lassen diese Gleichheit nicht zu, aber nach der Quadratschätzung allein sind die Quadrate der Zahlen 10 und 7,07 *quam proxime* in umgekehrter Verhältniss der Massen 1 und 2, folglich die Producte derselben in die gegenseitigen Massen gleich.

Es sind also, schliesst er, die Kräfte nicht nach dem Maasse der Geschwindigkeiten, sondern dem Quadrate derselben zu schätzen.

§. 153.

Ich bin verbunden, die Erinnerung, die ich gegen dieses Argument darlegen will, nicht gar zu weitläuftig

zu machen; daher will ich von der gegründeten Einwendung, die ich hiebei noch machen könnte, nichts erwähnen, dass die Momente des Druckes der sich ausspannenden Feder auch nach dem Geständnisse der Leibnitzianer nur todte Kräfte sind, folglich sowohl sie, als die damit dem Körper ertheilten Momente der Kraft nur schlechthin nach den Geschwindigkeiten müssen geschätzet werden, mithin auch die ganze Kraft, die die Summe dieser Momente ist; sondern ich will auf eine, Jedermann bekannte, mechanische Art, die die Deutlichkeit der Geometrie an sich hat, verfahren, aber zugleich etwas ausführlich erläutern, nicht als wenn die Sache nicht leicht genug wäre, dass sie auch kürzer könnte begriffen werden, sondern damit alle Verwirrung, die in Ansehung der Wirkung der Federn bis daher in dem Streite der Kräfteschätzung geherrschet hat, ein für allemal gänzlich abgethan werde.

§. 154.

Eine gleich gespannte Feder theilet einem grösseren Körper eine grössere Kraft mit, als einem kleineren.

Herr von Musschenbroeck spricht: die Feder ist in beiden Fällen gleich gespannet, folglich hat sie in beiden gleiche Kraft, sie theilet aber jedesmal ihrem Cylinder ihre ganze Kraft mit, also giebt sie auch beide Male, wenn sie sich ausstrecket, ihrem Cylinder eine gleiche Kraft. Dieses ist das Fundament des Beweises, aber auch des Irrthums, wiewohl dieser nicht sowohl persönlich dem Herrn von Musschenbroeck, als vielmehr den gesammten Vertheidigern der Leibnitz'schen Kräfteschätzung eigen ist.

Wenn man von der ganzen Kraft einer Feder redet, so kann man nichts Anderes, als die Intension ihrer Spannung verstehen, welche derjenigen Kraft gleich ist, die der Körper, in den sie wirket, in einem Moment von dem Drucke derselben überkommt. In Ansehung dieser kann man wohl sagen, dass sie gleich sei, der

Körper, in den die Feder wirket, mag gross oder klein sein. Allein wenn man auf diejenige Kraft siehet, welche dieselbe in einen Körper in einer gewissen Zeit durch ihre fortgesetzte Drückung hineinbringt, so ist offenbar, dass die Grösse der auf diese Weise in den Körper gebrachten Kraft auf die Grösse der Zeit ankomme, in welcher die gleiche Drückung sich in dem Körper gehäufet hat; und dass, je grösser die Zeit ist, desto grösser auch die Kraft sei, die die gleichgespannte Feder in derselben dem Körper ertheilet. Nun kann man aber die Zeit, die die Feder, indem sie einen Körper fortstösset, brauchet, bis sie sich ganz ausgestrecket hat, länger machen, nachdem man will, wenn man nämlich die Masse, die da fortgestossen werden soll, grösser macht, wie dieses Niemandem unbewusst ist; also kann man auch nach Belieben veranstalten, dass ebendieselbe Feder bei gleicher Spannung bald mehr, bald weniger Kraft durch ihre Ausstreckung austheilet, nachdem die Masse, die durch die Feder getrieben wird, vermehrt oder vermindert wird. Hieraus erhellet, wie widernatürlich der Ausdruck ist, dass die Feder einem Körper, den sie fortstösst, durch die Ausstreckung ihre ganze Kraft ertheile. Denn die Kraft, die sie dem Körper giebt, ist ein Erfolg, der nicht allein von der Kraft der Feder, sondern zugleich von der Beschaffenheit des gestossenen Körpers abhanget, nachdem dieser sich länger oder kürzer unter den Drückungen dieser Feder befindet, d. i. nachdem er grösser oder kleiner an Masse ist; die Kraft der Feder an sich betrachtet aber ist nichts Anderes, als das Moment ihrer Ausspannung.

§. 155.

Auflösung der Musschenbroeck'schen Schwierigkeit.

Nunmehro ist es leicht, die Verwirrung in dem Musschenbroeck'schen Beweise zu verhüten.

Der zweimal schwerere Cylinder ist den Drückungen

der Feder länger ausgesetzt, indem diese sich ausstrecket, als der andere von einfacher Masse. Diesen stösst die Feder mit gleicher Spannungskraft geschwinder fort, und endigt den Raum ihrer Ausstreckung mit ihm in kürzerer Zeit, als mit jenem. Weil aber das Moment der Kraft welche die Feder in jedwedem Augenblicke den Cylindern eindrückt, in beiden gleich ist (denn das Moment ihrer Geschwindigkeit ist umgekehrt wie die Massen), so muss der schwerere Cylinder durch den Antrieb der Feder mehr Kraft überkommen, als der leichtere. Also ist diejenige Schätzung falsch, nach welcher diese Kräfte in beiden würden gleich befunden werden, d. i. sie können nicht nach dem Quadrat der Geschwindigkeit geschätzet werden.

§. 156.

Woher die Quadrate der Geschwindigkeiten der Cylinder in umgekehrter Verhältniss der Massen sind.

Wenn man noch die Ursache wissen will, woher denn hier eben die Geschwindigkeiten der Cylinder, die sie von derselben Feder erhalten, just so proportionirt seien, dass ihre Quadrate sich umgekehrt wie die Massen verhalten (welche Verhältniss eigentlich dasjenige ist, wodurch der Vertheidiger des Herrn von Leibnitz angelocket worden), so können wir auch dieses ohne Schwierigkeit klar machen, ohne deshalben ein anderes, als Cartesius' Maass zu Hülfe zu nehmen.

Denn es ist aus den ersten Gründen der Mechanik bekannt, dass in einförmig beschleunigter Bewegung (*motu uniformiter accelerato*) die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten sich, wie die durchgelaufenen Räume verhalten; folglich, wenn die Momente der Geschwindigkeiten zweier Körper, die beide *in motu uniformiter accelerato* begriffen sind, ungleich sind, werden die Quadrate der Geschwindigkeiten, die sie in solcher Bewegung erlangen, in zusammengesetzter Verhältniss,

aus den Räumen und diesen Momenten, stehen. Nun theilet aber im Musschenbroeck'schen Versuche die gleichgespannte Feder jedem Cylinder seine Bewegung *motu uniformiter accelerato* mit, und die Räume sind gleich, die sie mit solcher beschleunigten Bewegung durchlaufen, indem die Feder sich bis zum Punkte ihrer grössten Ausdehnung ausstrecket; also verhalten sich die Quadrate der hiebei überkommenen Geschwindigkeiten, wie die Momente der Geschwindigkeit, die die Drückung der Feder jedem Cylinder ertheilet, d. i. umgekehrt, wie Massen dieser Cylinder.

§. 157.

Versuche, die die lebendigen Kräfte beweisen.

Nunmehr komme ich dahin, diejenigen Versuche und Erfahrungen darzulegen, welche die Wirklichkeit und das Dasein der nach dem Quadrat der Geschwindigkeit zu schätzenden Kräfte unwidersprechlich beweisen, und meinen geneigten Leser für alle mühsame Aufmerksamkeit, die ihm gegenwärtige Aufsätze verursacht haben, mit einer siegreichen Ueberzeugung belohnen werden.

Ich habe nur mit Denjenigen zu thun, welchen die Beschaffenheit der Streitsache von den lebendigen Kräften genugsam bekannt ist. Daher setze ich voraus, dass meine Leser von den gerühmten Versuchen der Herren Ricciolus, s'Gravesande, Poleni und von Musschenbroeck hinlängliche Kundschaft haben, welche den Kräften der Körper nachforscheten, indem sie die Eindrücke massen, die dieselben durch den Stoss in weiche Materien verursachten. Ich will nur kürzlich berühren, dass Kugeln von gleicher Grösse und Masse, die von ungleicher Höhe in die weiche Materie, z. E. Unschlitt, frei herabfielen, solche Höhlen in dieselbe eingeschlagen haben, welche die Proportion der Höhen hatten, von denen sie herabgefallen waren, d. i. die Verhältniss des Quadrates ihrer Geschwindigkeiten; und dass, wenn dieselben gleich an

Grösse, aber von ungleicher Masse waren, die Höhen aber, von denen man sie fallen liess, in umgekehrter Proportion dieser Massen standen, alsdenn die in die weiche Materie eingeschlagenen Höhlen gleich befunden wurden. Wider die Richtigkeit dieser Versuche haben die Cartesianer nichts einzuwenden gewusst, es ist nur die hieraus gezogene Folgerung gewesen, darum man gestritten hat.

Die Leibnitzianer haben hieraus folgendergestalt ganz richtig argumentirt. Die Hinderniss, die die weiche Materie der Kraft des hineindringenden Körpers entgegensetzet, ist nichts Anderes, als der Zusammenhang ihrer Theile, und daher bestehet dasjenige, was der Körper zu thun hat, indem er in dieselbe hineindringt, einzig und allein darin, dass er ihre Theile trennet. Es ist aber dieser Zusammenhang durch die ganze weiche Masse gleichförmig, also ist die Quantität des Widerstandes und daher auch der Kraft, die der Körper anwenden muss, dieselbe zu brechen, wie die Summe der zertrennten Theile, d. i. wie die Grösse der eingeschlagenen Höhlen. Diese aber verhalten sich, laut dem angeführten Versuche, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten der eindringenden Körper, folglich sind die Kräfte von diesen, wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten.

§. 158.

Einwurf der Cartesianer.

Die Vertheidiger des Cartesius haben hiewider nichts Tüchtiges einwenden können. Allein weil sie ehedem mit ungezweifelter Gewissheit eingesehen hatten, dass die lebendigen Kräfte durch die Mathematik verdammet würden, auf die sich gleichwohl die Leibnitzianer auch beriefen, so gedachten sie sich aus dieser Schwierigkeit so gut, als sie konnten, herauszuhelfen, indem sie nicht zweifelten, dass derjenige Versuch betrüglich sein müsste, welcher etwas festzusetzen schiene, was die Geometrie nicht erlaubte. Wir haben

hiegegen schon oben die nöthigen Erinnerungen beigebracht, jetzt wollen wir nur sehen, was es für eine Ausflucht gewesen sei, deren die Cartesianer sich bedienet haben, den angeführten Versuch ungültig zu machen.

Sie wandten ein, die Leibnitzianer hätten hier wiederum auf die Zeit nicht Acht, in der diese Höhlen gemacht wären. Die Zeit sei bei der Ueberwindung der Hindernisse dieser weichen Materie ebenso ein Knoten, als sie bei der Ueberwindung der Schwere gewesen war. Die eingedrückten Höhlen würden nicht in gleicher Zeit gemacht. Kurz, sie waren überzeugt, dass der Einwurf von wegen der Zeit bei der Ueberwältigung der Hindernisse der Schwere gültig gewesen (wie er es denn auch in der That gewesen ist), und nun dachten sie, könnte man ihn hier wiederum auf die Bahn bringen und mit eben solchem Erfolg gegen die lebendigen Kräfte gebrauchen.

§. 159.

Wird widerlegt.

Ich weiss wohl, dass die Leibnitzianer dieser Klage kurz abgeholfen haben, indem sie unter andern zwei Kegel von unterschiedlicher Grundfläche in die weiche Materie fallen liessen, wobei die Zeiten, darin ihre Höhlen gemacht wurden, nothwendig mussten gleich sein, und dennoch der Erfolg so wie vorher beschaffen war; allein ich will auch diesem Vortheile absagen, und die Schwierigkeit, die die Cartesianer machen, aus dem Grunde zernichten.

Bei der Wirkung der Schwere kommt die Zeit mit in Anschlag.

Man darf weiter nichts thun, als die Ursache erwägen, weswegen der Widerstand der Schwerdrückung, die ein Körper überwinden soll, nicht dem Raume,

sondern der Zeit proportionirt ist. Der Grund ist aber dieser. Wenn der Körper eine Feder der Schwere überwindet, so vernichtet er nicht hiedurch ihre Wirksamkeit, sondern er leistet ihr nur das Gegengewicht, sie aber behält ihre Widerstrebung dennoch unvermindert, um in ihn so lange immerfort mit gleichem Grade zu wirken, als er ihr ausgesetzet ist. Wenn der Körper eine jede Feder der Gravität dadurch, dass er sie überwältiget, zugleich so zu sagen zersprengen und ihre Kraft vernichten möchte, so ist kein Zweifel, dass, weil jede Feder gleiche Kraft hat, der Widerstand, den der Körper erleidet, der Summe aller zersprengten Federn gleich sein würde, die Zeit möchte nun sein, wie sie wollte. Aber nun behält jede Feder, ohngeachtet sie vom Körper überwunden wird, ihre Drückungskraft, und setzet diese in ihn so lange fort, als er sich unter derselben befindet, folglich kann für die Wirkung, die eine einzige Feder thut, nicht ein einzelner und untheilbarer Druck angegeben werden, sondern sie thut eine an einander hangende Reihe von Drückungen, welche um desto grösser ist, je längere Zeit der Körper ihr unterworfen ist, z. E. in denjenigen Theilen des Raumes, wo die Bewegung des Körpers langsamer ist, da ist auch das Zeittheilchen des Aufenthaltes in jedem Punkte länger, als da, wo die Bewegung geschwinder ist, folglich erduldet er dort von einer jeden einzelnen Feder eine längere Reihe gleicher Drückungen, als hier.

Dieses befindet sich bei der weichen Materie ganz anders.

Allein dieses befindet sich bei der Trennung der weichen Masse ganz anders. Ein jedes Element der weichen Masse hat eine gleiche Kraft zusammen zu hängen, und hiedurch benimmt sie dem Körper, der sie trennet, einen gleichen Grad der Kraft, aber ebendadurch wird sie auch zugleich zertrennet, und thut also fortan schon keinen Widerstand mehr, die Zeit, die er sich bei ihr aufhält, mag hernach so gross sein, wie sie wolle. Denn hier wird die Feder durch eben die Wirkung, die ihrem Widerstande gleich ist, zugleich zer-

brochen, und kann daher nicht noch fortfahren zu wirken, so wie die Feder der Schwere, die an sich unzerstörlich war. Daher ist der Widerstand, den die weiche Masse dem eindringenden Körper thut, wie die Summe der Federn, die er zerbricht, d. i. wie die Höhle, die er einschläget, ohne dass hiebei die Zeit im Geringsten etwas zu thun hat.

§. 160.

Die Leibnitzianer haben Ursache, über diese wichtige Vergehung der Cartesianer mit nicht geringer Befriedigung zu triumphiren. Dieser Zufall rächet den Schimpf, den ihnen die Verweisung so mancherlei Fehltritte zugezogen hat, durch ein gleiches Schicksal an ihren Gegnern. Die Leibnitzianer haben die lebendigen Kräfte in solchen Fällen zu finden vermeinet, darin sie nicht waren; aber was hindert dieses? Haben die Cartesianer sie doch nicht in den Fällen sehen können, darin sie wirklich waren, und darin sie Niemand ohne grosse Verblendung hätte übersehen können.

§. 161.

Der angeführte Versuch also erweiset das Dasein solcher Kräfte in der Natur, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse haben; allein unsere vorhergehenden Betrachtungen erklären, bei welchen Bedingungen dieselben nicht statthaben, und auch welche Bedingungen die einzigen sind, unter denen sie Platz finden können. Wenn man sich dieses Alles nach unserer Anweisung zu Nutze macht, so überkommt man nicht allein eine hinlängliche Gewissheit von den lebendigen Kräften, sondern auch einen Begriff von ihrer Natur, der nicht allein richtiger, sondern auch vollständiger ist, als er sonst jemals gewesen ist, oder auch hat sein können. Die besondere Beschaffenheit dieses vorhabenden Versuches giebt noch einige ausserordentliche Merkmale an die Hand, die zu besonderen Anmerkungen Anlass geben können; allein ich kann

mich durchaus in dieselben nicht einlassen; nachdem die Aufmerksamkeit des geneigten Lesers, durch so viel verwickelte Untersuchungen ermüdet, vielleicht nichts mehr, als den Schluss dieser Betrachtungen wünschet.

Es ist aber noch ein Einziges, welches ich nicht unberührt lassen kann, weil es die vorhergehenden Gesetze bestätiget und ihnen ein grosses Licht ertheilet. Der Versuch, den wir vorhaben, beweiset solche Kräfte, die die Schätzung nach dem Quadrat der Geschwindigkeit an sich haben, daher müssen, nach Maassgebung der 4. Nummer des 138. §., die Geschwindigkeiten der Widerstrebung jedes Elementes der Hinderniss in diesem Versuche mit endlichen Graden geschehen; denn wenn sie nur mit unendlich kleinen geschehen möchten, wie die Drückungen der Schwere, so würde die Ueberwindung derselben ebensowenig, als an diesen, eine nach dem Quadrat zu schätzende Kraft zu erkennen geben (§. 139). Wir wollen also beweisen, dass der *Renisus* eines jeglichen Elements der weichen Masse nicht mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, wie die Schwere, sondern mit einem endlichen Grade geschehe.

§. 162.

Das Moment der Hinderniss der weichen Materie geschiehet mit endlicher Geschwindigkeit.

Wenn man die cylindrische Höhle, welche der kugelförmige Körper in die weiche Materie einschlägt, in ihre übereinanderliegenden Zirkelscheibchen, deren Dicke unendlich klein ist, eintheilet, so zeigt ein jegliches derselben das Element der verrückten Masse an. Ein jedes von diesen benimmt also dem eindringenden Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Geschwindigkeit, weil sie alle insgesammt ihm die ganze Geschwindigkeit nehmen. Da aber die Quantität eines solchen Zirkelscheibchens gegen die Masse der Kugel unendlich klein ist, so folget, dass die Geschwindigkeit seiner

Widerstrebung von endlicher Grösse sein müsse, damit er dem Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Bewegung durch seinen Widerstand benehmen könne. Also leistet ein jegliches Element der weichen Materie dem hineinschlagenden Körper seinen Widerstand mit einer Bestrebung, die ein endliches Maass der Geschwindigkeit hat. W. Z. E. [57])

§. 163.

So haben wir denn unser Geschäft vollführet, welches in Ansehung des Vorwurfs, worauf es gerichtet war, gross genug gewesen ist, wenn nur die Ausführung diesem Unterfangen gemäss gewesen wäre. Ich bilde mir ein, dass ich, insonderheit was das Hauptwerk betrifft, auf eine unwidersprechliche Gewissheit Anspruch machen könne. In Ansehung dieses Vorzuges, dessen ich mich anmasse, kann ich die gegenwärtige Handlung nicht endigen, ohne vorher mit meinen Gläubigern die Rechnung an Gelehrsamkeit und Erfindung zu schliessen. Nach den scharfsinnigen Bemühungen der Cartesianer war es nicht schwer, die Verwirrung der Quadratschätzung mit der Mathematik zu verhüten, und nach den sinnreichen Anstalten der Leibnitzianer war es fast unmöglich, sie in der Natur zu vermissen. Die Kenntniss dieser zwei äussersten Grenzen musste ohne Schwierigkeit den Punkt bestimmen, darin das Wahre von beiden Seiten zusammenfiel. Diesen anzutreffen, war nichts weniger, als eine grosse Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleiner Abwesenheit des Parteieneifers, und eines kurzen Gleichgewichts der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde sofort abgethan. Wenn es mir gelungen ist, in der Sache des Herrn von Leibnitz einige Fehltritte wahrzunehmen, so bin ich dennoch auch hierin ein Schuldner dieses grossen Mannes; denn ich würde nichts vermocht haben, ohne den Leitfaden des vortrefflichen Gesetzes der Continuität, welches wir diesem unsterblichen Erfinder zu danken haben,

und welches das einzige Mittel war, den Ausgang aus diesem Labyrinthe zu finden. Kurz, wenn gleich die Sache aufs Beste zu meinem Vortheile ausfällt, so ist der Antheil der Ehre, der mir übrig bleibt, doch so gering, dass ich nicht befürchte, die Ehrsucht könne sich so weit erniedrigen, mir dieselbe zu missgönnen. [58])

IV.

Die Frage:

Ob die Erde veralte?

physikalisch erwogen.

1754.

Wenn man wissen will, ob ein Ding alt, ob es sehr alt, oder noch jung zu nennen sei, so muss man es nicht nach der Anzahl der Jahre schätzen, die es gedauert hat, sondern nach dem Verhältniss, das diese zu derjenigen Zeit haben, die es dauern soll. Ebendieselbe Dauer, die für eine Art von Geschöpfen ein hohes Alter kann genannt werden, ist es nicht für eine andere. In derselben Zeit, da ein Hund veraltet, hat der Mensch kaum seine Kindheit überschritten, und die Eichen und Cedern auf dem Libanon sind noch nicht in ihrer männlichen Stärke, wenn die Linden oder Tannen alt werden und verdorren. Am meisten fehlt der Mensch, wenn er, in dem Grossen der Werke Gottes, zum Maassstabe des Alters die Reihe der menschlichen Geschlechter anwenden will, welche in dieser Zeit verflossen sind. Es ist zu besorgen, dass es mit seiner Art zu urtheilen bewandt sei, wie mit der Rosen ihrer beim Fontenelle, welche von dem Alter ihres Gärtners muthmassten. Unser Gärtner, sagten sie, ist ein sehr alter Mann, seit Rosengedenken ist er derselbe, der er immer gewesen, in der That er stirbt nicht, er verändert sich nicht einmal. Wenn man die Dauerhaftigkeit erwägt, die bei den Anstalten der Schöpfung an den grossen Gliedern ihres Inbegriffes angetroffen wird, und welche einer Unendlichkeit nahe kommt, so wird man bewogen zu glauben, dass ein Ablauf von 5 bis 6000 Jahren für die der Erde bestimmte Dauer vielleicht noch nicht dasjenige sei, was ein Jahr in Ansehung des Lebens eines Menschen ist.

Die Wahrheit zu gestehen, wir haben keine Merkmale in der Offenbarung, woraus wir abnehmen können,

ob die Erde anjetzt jung oder alt, als in der Blüthe ihrer Vollkommenheit oder in dem Verfall ihrer Kräfte begriffen, könne angesehen werden. Sie hat uns zwar die Zeit ihrer Ausbildung und den Zeitpunkt ihrer Kindheit entdeckt, aber wir wissen nicht, welchem von den beiden Endpunkten ihrer Dauer, dem Punkte ihres Anfanges oder Unterganges, sie anjetzt näher sei. Es scheint in der That ein der Untersuchung würdiger Vorwurf zu sein, ob die Erde veralte und sich durch eine allmähliche Abnahme ihrer Kräfte dem Untergange nähere, ob sie jetzt in der Periode ihres abnehmenden Alters, oder ob ihre Verfassung annoch im Wohlstande sei, oder wohl gar die Vollkommenheit, zu der sie sich entwickeln soll, noch nicht völlig erreicht, und sie also ihre Kindheit vielleicht noch nicht überschritten habe?

Wenn wir die Klagen bejahrter Leute hören, so vernehmen wir, die Natur altere merklich, und man könne die Schritte nachspüren, die sie zu ihrem Verfalle thue. Die Witterungen, sagen sie, wollen nicht mehr so gut, wie vormals einschlagen. Die Kräfte der Natur sind erschöpft, ihre Schönheit und Richtigkeit nimmt ab. Die Menschen werden weder so stark, noch so alt mehr, als vormals. Diese Abnahme, heisst es, ist nicht allein bei der natürlichen Verfassung der Erde zu bemerken, sie erstreckt sich auch bis auf die sittliche Beschaffenheit. Die alten Tugenden sind erloschen, an deren Statt finden sich neue Laster. Falschheit und Betrug haben die Stelle der alten Redlichkeit eingenommen. Dieser Wahn, welcher nicht verdient, widerlegt zu werden, ist nicht sowohl eine Folge des Irrthums, als der Eigenliebe. Die ehrlichen Greise, welche so eitel sind, sich zu überreden, der Himmel habe die Sorgfalt für sie gehabt, sie in den blühendsten Zeiten an das Licht zu stellen, können sich nicht überreden, dass es nach ihrem Tode noch ebenso gut in der Welt hergehen solle, als es zuging, ehe sie geboren waren. Sie möchten sich gerne einbilden, die Natur veralte zugleich mit ihnen, damit es sie nicht reuen dürfe, eine Welt zu verlassen, die schon selber ihrem Untergange nahe ist.

So ungegründet wie diese Einbildung ist, das Alter und die Dauerhaftigkeit der Natur nach dem Maassstabe eines einzigen Menschenalters messen zu wollen, so scheint doch eine andere Vermuthung dem ersten Anblicke nach nicht ebenso ungereimt, dass in einigen tausend Jahren vielleicht eine Veränderung in der Verfassung des Erdbodens merklich werden könne. Es ist hier nicht genug, mit Fontenelle anzumerken, dass die Bäume vor Alters nicht grösser geworden, dass die Menschen weder älter noch stärker gewesen, als sie es jetzt sind, es ist, sage ich, dieses noch nicht genug, um daraus zu schliessen, dass die Natur nicht veralte. Diese Beschaffenheiten haben ihre, durch die wesentlichen Bestimmungen ihnen festgesetzte Schranken, welche auch die vortheilhafteste Beschaffenheit der Natur und der blühendste Wohlstand derselben nicht weiter treiben können. In allen Ländern ist in Ansehung dessen kein Unterschied; die fetten und in den besten Himmelsgegenden liegenden Länder haben vor den mageren und unfruchtbaren hierin keinen Vorzug; allein ob, wenn man zwischen zuverlässigen Nachrichten alter Zeiten und der genauen Beobachtung der gegenwärtigen eine Vergleichung anstellen könnte, nicht einiger Unterschied in der Fruchtbarkeit derselben würde zu bemerken sein, ob die Erde nicht etwa ehedem weniger Wartung bedurft hat, dem menschlichen Geschlechte den Unterhalt darzureichen, dieses scheint, wenn es entschieden werden könnte, ein Licht in der vorhabenden Aufgabe zu versprechen. Es würde gleichsam die ersten Glieder einer langen Progression vor Augen legen, an welchen man erkennen könnte, welchem Zustande die Erde sich in langen Zeitläuften ihres Alters allgemach nähere. Diese Vergleichung aber ist sehr ungewiss, oder vielmehr unmöglich. Der Menschen Fleiss thut so viel zur Fruchtbarkeit der Erde, dass man schwerlich wird ausmachen können, ob an der Verwilderung und Verödung derjenigen Länder, die vordem blühende Staaten waren und jetzt fast gänzlich entvölkert sind, die Nachlässigkeit der ersteren, oder die Abnahme der letzteren am meisten Schuld sei. Ich will diese Untersuchung Denjenigen

empfehlen, die mehr Geschicklichkeit und Neigung haben, diese Frage nach beiden Bedingungen in den Denkmalen der Geschichte zu prüfen; ich will sie lediglich als ein Naturkundiger abhandeln, um, wo möglich, von dieser Seite zu einer gründlichen Einsicht zu gelangen.

Die Meinung der meisten Naturforscher, welche Theorien der Erde entworfen haben, geht dahin, dass die Fruchtbarkeit der Erde allmählich abnehme, dass sie sich dem Zustande mit langsamen Schritten nähere, unbewohnter und wüst zu werden, und dass es nur Zeit brauche, um die Natur gänzlich veraltet und in der Ermattung ihrer Kräfte erstorben zu sehen. Diese Frage ist wichtig, und es verlohnt sich wohl der Mühe, sich mit Behutsamkeit diesem Schlusse zu nähern.

Lasset uns aber vorher den Begriff bestimmen, den man sich von dem Veralten eines, sich durch natürliche Kräfte zur Vollkommenheit ausbildenden, und durch die Kräfte der Elemente modificirenden Körpers zu machen hat.

Das Veralten eines Wesens ist in dem Ablauf seiner Veränderungen nicht ein Abschnitt, der äussere und gewaltsame Ursachen zum Grunde hat. Ebendieselben Ursachen, durch welche ein Ding zur Vollkommenheit gelangt und darin erhalten wird, bringen es durch unmerkliche Stufen der Veränderungen seinem Untergange wieder nahe. Es ist eine natürliche Schattirung in der Fortsetzung seines Daseins, und eine Folge ebenderselben Gründe, dadurch seine Ausbildung bewirkt worden, dass es endlich verfallen und untergehen muss. Alle Naturdinge sind diesem Gesetze unterworfen, dass derselbe Mechanismus, der im Anfange an ihrer Vollkommenheit arbeitete, nachdem sie den Punkt derselben erreicht haben, weil er fortfährt das Ding zu verändern, selbiges nach und nach wieder von den Bedingungen der guten Verfassung entfernt, und dem Verderben mit unvermerkten Schritten endlich überliefert. Dieses Verfahren der Natur zeigt sich deutlich an der Oekonomie des Pflanzen- und Thierreichs. Ebenderselbe Trieb, der die Bäume wachsen macht, bringt ihnen den Tod, wenn sie ihr Wachs-

thum vollendet haben. Wenn die Fasern und Röhren keiner Ausdehnung mehr fähig sind, so fängt der nährende Saft, indem er fortfährt sich den Theilen einzuverleiben, das Inwendige der Gänge an zu verstopfen und zu verdichten, und das Gewächs durch die gehemmte Bewegung der Säfte endlich absterben und verdorren zu machen. Eben der Mechanismus, wodurch das Thier oder der Mensch lebt und aufwächst, bringt ihm endlich den Tod, wenn das Wachsthum vollendet ist. Denn indem die Nahrungssäfte, welche zu dessen Unterhalte dienen, die Kanäle, an die sie sich ansetzen, nicht mehr zugleich erweitern und in ihrem Inhalte vergrössern, so verengen sie ihre inwendige Höhle, der Kreislauf der Flüssigkeiten wird gehemmt, das Thier krümmt sich, veraltet und stirbt. Ebenso ist der allmähliche Verfall der guten Verfassung der Erde ebenfalls in die Folge der Abänderungen, welche ihre Vollkommenheit anfänglich bewirkten, so eingeflochten, dass er nur in langen Zeitläuften kenntlich werden kann. Wir müssen daher auf die veränderlichen Scenen, welche die Natur von ihrem Anfange an bis zur Vollendung spielt, einen flüchtigen Blick werfen, um die ganze Kette der Folgen zu übersehen, darin das Verderben das letzte Glied ist.

Die Erde, als sie sich aus dem Chaos erhob, war unfehlbar vorher in flüssigem Zustande. Nicht allein ihre runde Figur, sondern vornehmlich die sphäroidische Gestalt, da die Oberfläche gegen die durch die Kraft der Umdrehung veränderte Richtung der Schwere in allen Punkten eine senkrechte Stellung annahm, beweisen, dass ihre Masse die Fähigkeit gehabt hat, sich zu der Figur, die das Gleichgewicht in diesem Falle erfordert, von selber zu bequemen. Sie ging aus dem flüssigen Zustande in den festen über; und zwar sehen wir unverwerfliche Spuren, dass die Oberfläche sich zuerst gehärtet hat, indessen dass das Inwendige des Klumpens, in welchem die Elemente nach den Gesetzen des Gleichgewichts sich annoch schieden, die untermengten Partikeln des elastischen Luftelements unter die gehärtete Rinde hinaufschickte und weite Höhlen unter ihr zubereitete, worin dieselbe mit man-

nichfaltigen Einbeugungen hineinzusinken, die Unebenheiten der Oberfläche, das feste Land, die Gebirge, die geräumigen Vertiefungen des Meeres und die Scheidung des Trockenen von dem Gewässer hervorzubringen veranlasst wurde. Wir haben ebenso ungezweifelte Denkmale der Natur, welche zu erkennen geben, dass diese Umstürzungen in langen Zeitläuften nicht völlig aufgehört haben, welches der Grösse eines flüssigen Klumpens, wie das Inwendige unserer Erde damals war und lange blieb, gemäss ist, in der die Scheidung der Elemente und die Absonderung der im gemeinen Chaos vermengten Luft nicht sobald vollendet ist, sondern die erzeugten Höhlungen nach und nach vergrössert, und die Grundfesten der weiten Wölbungen aufs Neue wankend gemacht und eingestürzt, eben dadurch aber ganze Gegenden, die unter der Tiefe des Meeres begraben waren, entblösst und andere dagegen versenkt wurden. Nachdem das Inwendige der Erde einen festeren Stand überkommen und die Ruinen aufgehört hatten, wurde die Oberfläche dieser Kugel ein wenig ruhiger, allein sie war noch von dem Zustande einer vollendeten Ausbildung weit entfernt; den Elementen mussten noch erst ihre gewissen Schranken festgesetzt werden, welche durch Verhinderung aller Verwirrung die Ordnung und Schönheit auf der ganzen Fläche erhalten könnten. Das Meer erhöhte selber die Ufer des festen Landes mit dem Niedersatz der hinaufgetragenen Materien, durch deren Wegführung es sein eigenes Bette vertiefte; es warf Dünen und Dämme auf, die den Ueberschwemmungen vorbeugten. Die Ströme, welche die Feuchtigkeiten des festen Landes abführen sollten, waren noch nicht in gehörige Fluthbetten eingeschlossen, sie überschwemmten noch die Ebenen, bis sie sich selber endlich in abgemessene Kanäle beschränkten, und einen einförmigen Abhang von ihrem Ursprunge an bis zu dem Meere zubereiteten. Nachdem die Natur diesen Zustand der Ordnung erreicht und sich darin befestigt hatte, so waren alle Elemente auf der Oberfläche der Erde im Gleichgewichte. Die Fruchtbarkeit breitete ihre Reichthümer auf allen Seiten aus, sie war frisch, in der Blüthe

ihrer Kräfte, oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, in ihrem männlichen Alter.

Die Natur unserer Erdkugel hat in dem Fortschritte ihres Alters in allen ihren Theilen nicht eine gleiche Stufe erreicht. Einige Theile derselben sind jung und frisch, indessen dass sie in anderen abzunehmen und zu veralten scheint. In gewissen Gegenden ist sie roh und nur halb gebildet, da andere in der Blüthe ihres Wohlstandes sich befinden, und noch andere nach Zurücklegung ihrer glücklichen Periode sich schon allgemach dem Verfall nähern. Ueberhaupt sind die hohen Gegenden des Erdbodens die ältesten, die zuerst aus dem Chaos erhoben und zur Vollendung der Ausbildung gelangt sind, die niedrigen sind jünger und haben die Stufe ihrer Vollkommenheit später erreicht. Nach dieser Ordnung wird daher jene das Loos zuerst treffen, sich dem Verderben wiederum zu nähern, indessen dass diese von ihrem Schicksale noch weit entfernt sind.

Die Menschen haben die höchsten Gegenden des Erdbodens zuerst bewohnt; sie sind nur spät in die Ebenen herabgestiegen und haben selbst Hand anlegen müssen, die Ausarbeitung der Natur zu beschleunigen, welche für die schnelle Vermehrung derselben zu langsam in ihrer Ausbildung war. Aegypten, dieses Geschenk des Nilstroms, war in seinem obersten Theile bewohnt und volkreich, als das halbe Unterägypten, das ganze Delta und die Gegend, da der Nil durch Absetzung des Schlammes den Boden seines Auslaufs erhöhte und sich die Ufer eingeschränkter Fluthbetten aufwarf, noch ein unbewohnter Morast war. Jetzt scheint die Gegend des alten Thebais wenig mehr von derjenigen ausnehmenden Fruchtbarkeit und Blüthe an sich zu haben, die seinen Wohlstand so ausserordentlich machte; dagegen ist die Schönheit der Natur in die niedrigen und jüngeren Theile des Landes hinabgestiegen, welche anjetzt den Vorzug der Fruchtbarkeit vor den hohen behaupten. Die Gegend von Niederdeutschland, die eine Zeugung des Rheins ist, die plattesten Theile von Niedersachsen, der Theil von Preussen, da die Weichsel sich in so viel Arme theilt

und gleichsam auf ihr ewiges Recht erpicht, die Länder oft unter ihrem Gewässer zu bedecken trachtet, die der Menschen Fleiss ihm zum Theil abgewonnen hat, scheinen jünger, fetter und blühender zu sein, als die höchsten Gegenden des Ursprungs dieser Flüsse, die schon bewohnt waren, als die letzteren noch Moräste und Meerbusen waren.

Diese Veränderung der Natur ist einer Erläuterung würdig. Die Flüsse fanden nicht gleich Anfangs, als das Trockene vom Meere befreit wurde, fertige Schläuche und einen zubereiteten einförmigen Abhang ihres Laufes. Sie traten noch an vielen Orten über und machten stehende Gewässer, die das Land unbrauchbar machten. Nach und nach höhlten sie sich in dem frischen und weichen Erdreiche Kanäle aus, und mit dem weggespülten Schlamme, damit sie angefüllt waren, bildeten sie zu beiden Seiten ihres stärksten Zuges eigene Ufer, welche bei niedrigem Wasser ihren Strom fassen und einschränken konnten, bei stärkerer Aufschwellung aber durch das Uebertreten nach und nach erhöht wurden, bis ihre vollkommen ausgebildeten Fluthbetten in den Stand gesetzt waren, das Wasser, welches die umliegenden Länder ihnen lieferten, mit einförmigem gemässigten Abhange bis ins Meer abzuführen. Die höchsten Gegenden sind die ersten, die dieser nöthigen Auswickelung der Natur sich zu erfreuen hatten, und wurden daher auch zuerst bewohnt, indessen dass die niedrigen eine Zeit lang mit der Verwirrung stritten und später zur Vollkommenheit gelangten. Seitdem bereichern sich die niedrigen Länder mit dem Raube der hohen Gegenden. Die Flüsse, die zu der Zeit, da sie hoch anschwellen, mit dem abgespülten Schlamme trächtig sind, setzen bei ihren Ueberströmungen nahe an dem Ausflusse derselben diesen ab, erhöhen den Boden, über den sie sich ausbreiten, und bilden das Trockene, welches, nachdem der Fluss seine Ufer bis zur gehörigen Höhe vermehrt hat, bewohnbar und, durch die Fettigkeit der hohen Gegenden gedüngt, fruchtbarer als diese wird.

Durch diese fortschreitende Bildung und die Veränderung, die die Gestalt der Erde erleidet, werden

die tieferen Gegenden bewohnbar, wenn die Höhen es bisweilen aufhören zu sein. Allein dieser Wechsel betrifft nur vornehmlich einige Länder, die nämlich Mangel an dem Wasser des Himmels erleiden, und daher ohne das periodische Ueberschwemmen der nöthigen Feuchtigkeit entbehren und eine unbewohnte Wüste bleiben müssen, wenn die Flüsse durch eigene Erhöhung ihrer Ufer dieser Ueberschwemmung Schranken gesetzt haben. Aegypten ist das deutlichste Beispiel von dieser Veränderung, welches so sehr in seiner Beschaffenheit verändert wurde, dass, da das ganze Land, nach dem Zeugniss des Herodot, 900 Jahre vor seiner Zeit ganz überschwemmt worden, wenn der Fluss nur 8 Fuss angewachsen, er zu seiner Zeit 15 Fuss hoch steigen musste, um es gänzlich zu bedecken, da nunmehr zu unserer Zeit schon 24 Fuss Anwachs dazu erfordert wird. Woraus das diesem Lande durch eine stetige Annäherung mehr und mehr drohende Verderben zu ersehen ist.

Weil aber diese Abänderung der Natur, insoweit sie an einigen Theilen des Erdbodens allein haftet, unerheblich und gering ist, so muss die Frage von dem Veralten der Erde im Ganzen bestimmt werden, und zu dem Ende sind die Ursachen zuvörderst zu prüfen, denen die meisten Naturforscher diese Wirkung beimessen, und daraus der Verfall der Natur dieser Kugel vorher zu verkündigen hinlänglich erachtet haben.

Die erste Ursache fliesst aus der Meinung Derjenigen, welche die Salzigkeit des Meeres den Flüssen zuschreiben, die das aus dem Erdreich ausgelaugte Salz, das der Regen in ihre Ströme bringt, mit sich ins Meer führen, woselbst es bei der beständigen Ausdünstung des süssen Wassers zurückbleibt, sich häuft, und auf diese Art dem Meere alle das Salz verschafft hat, das es noch in sich hält. Es ist hieraus leicht abzunehmen, dass, da das Salz das vornehmste Triebwerk des Wachsthums und die Quelle der Fruchtbarkeit ist, nach dieser Hypothese, die ihre Kraft nach und nach beraubte Erde in einen todten und unfruchtbaren Zustand müsste versetzt werden.

Die zweite Ursache ist in der Wirkung des Regens und der Flüsse in Ansehung der Abspülung des Erdreichs und Wegführung desselben in das Meer zu setzen, welches dadurch immer mehr und mehr ausgefüllt zu werden scheint, indessen dass die Höhe des festen Landes sich beständig verringert; so dass zu besorgen steht, das Meer müsste, indem es immer mehr erhoben wird, endlich genöthigt werden, das Trockene wiederum zu übersteigen, welches ehedem seiner Herrschaft entzogen worden.

Die dritte Meinung ist die Vermuthung Derjenigen, welche, indem sie gewahr werden, dass das Meer sich von den meisten Ufern in langen Zeiten merklich zurüchzieht und grosse Strecken, die vordem im Grunde des Meeres lagen, in trocken Land verwandelt, entweder eine wirkliche Verzehrung dieses flüssigen Elements durch eine Art der Transformation in einen festen Zustand besorgen, oder andere Ursachen befürchten, die den Regen, der aus dessen Ausdünstungen besteht, hindern, wiederum dahin zurückzukehren, woher er erhoben worden.

Die vierte und letzte Meinung kann Derjenigen ihre sein, die einen allgemeinen Weltgeist, ein unfühlbares, aber überall wirksames Principium als das geheime Triebwerk der Natur annehmen, dessen subtile Materie durch unaufhörliche Zeugungen beständig verzehrt würde, daher die Natur in Gefahr stände, bei dessen Verminderung in einer allmählichen Ermattung alt zu werden und zu ersterben.

Diese Meinungen sind es, die ich zuvörderst kürzlich prüfen und dann diejenige gründen will, welche mir die wahre zu sein dünkt.

Wofern es mit der ersten Meinung seine Richtigkeit hätte, so würde folgen, dass alles Salz, womit die Gewässer des Oceans und aller mittelländischen Meere geschwängert sind, vordem mit dem Erdreich, welches das feste Land bedeckt, vermischt gewesen, und, indem es durch den Regen aus demselben ausgewaschen, durch die Flüsse dahin abgeführt worden, auch beständig auf die gleiche Art noch hineingebracht werde. Allein zum Glücke für die Erde und zum Widerspiel

für Diejenigen, die vermittelst einer solchen Hypothese die Salzigkeit des Meeres durch eine leichte Erklärung begreiflich zu machen gedenken, findet man bei genauer Prüfung diese Vermuthung ungegründet. Denn vorausgesetzt: dass die mittlere Quantität des Regenwassers, was in einem Jahre auf die Erde fällt, 18 Zoll hoch sei, welches diejenige Menge ist, die in der temperirten Zone beobachtet worden, und dass alle Flüsse von dem Regenwasser entspringen und genährt werden, imgleichen: dass von dem Regen, der auf das feste Land fällt, nur zwei Drittel durch die Flüsse wiederum ins Meer komme, ein Drittel aber theils verdünstet, theils zum Wachsthum der Pflanzen angewandt wird, endlich: dass das Meer nur die Hälfte der Oberfläche der Erde einnehme, welches das Mindeste ist, das man annehmen kann: so wird man die angeführte Meinung in die vortheilhaftesten Bedingungen versetzt haben, und dennoch werden alle Ströme des Erdbodens in das Meer in einem Jahre nur 1 Schuh Wasser hineinbringen, und würden es, wenn man die mittlere Tiefe desselben auch nur hundert Klaftern annimmt, dennoch allererst in 600 Jahren vollmachen, nachdem die Ausdünstung selbiges in ebenso viel Jahren völlig ausgetrocknet hätte. Nach dieser Rechnung wäre der Ocean durch den Einfluss aller Bäche und Ströme nun schon seit der Schöpfung zehnmal voll geworden; das Salz aber, das von diesen Flüssen nach der Ausdünstung zurückgeblieben, könnte nur zehnmal so viel austragen, als dasjenige, womit es natürlicher Weise begabt ist; woraus folgen müsste, dass, um den Grad der Salzigkeit des Meeres herauszubekommen, man einen Kubikschuh Flusswasser nur zehnmal dürfe abdünsten lassen, worauf dessen zurückgebliebenes Salz ebensoviel, als eine gleiche Quantität Meerwasser nach einer einzelnen Abdünstung zurücklässt, austragen würde; welches gar zu weit von der Wahrscheinlichkeit fernt ist, als dass es auch nur einen Unwissenden überreden könnte, weil nach Wallerii Rechnung das Wasser in der Nordsee, an den Orten, wo wenige Flüsse ins Meer fallen, den zehnten, bisweilen den siebenten, im bothnischen Meerbusen, wo selbiges sehr

mit dem süssen Flusswasser verdünnt ist, dennoch den vierzigsten Theil Salz in sich enthält. Die Erde ist also auf diesen Fuss hinlänglich gesichert, durch den Regen und die Flüsse ihr Salz und Fruchtbarkeit nicht zu verlieren. Es ist vielmehr zu vermuthen, dass das Meer, anstatt das feste Land seiner salzigen Theile zu berauben, selbigem eher von dem seinigen mittheile; denn obgleich die Ausdünstung das grobe Salz zurücklässt, so erhebt es doch einen Theil desjenigen, das flüchtig geworden, welches zusammt den Dünsten über das feste Land geführt wird und dem Regen diejenige Fruchtbarkeit ertheilt, dazu dieser, selbst vor dem Fliesswasser, vorzüglich geschickt ist.

Die andere Meinung hat einen grösseren Grad der Glaubwürdigkeit und stimmt mit sich selber viel besser überein. Manfredi, der sie in dem *Commentario* des Bologneser Instituts so gelehrt, als vorsichtig abgehandelt, und dessen Ausführung in dem allgemeinen Magazin der Natur zu finden ist, mag bei Prüfung derselben ihr allein das Wort reden. Er bemerkt, dass der alte Fussboden der Kathedralkirche zu Ravenna, welcher unter dem neuen mit Schutt bedeckt angetroffen wird, 8 Zoll niedrieger, als die Wasserwage des Meeres sei, wenn selbiges Fluth hat, und daher zu der Zeit ihrer Erbauung, wenn das Meer damals nicht niedriger, als jetzt gewesen, bei jeder Fluth hätte müssen unter Wasser gesetzt werden, weil die alten Zeugnisse beweisen, dass das Meer dazumal bis an diese Stadt gegangen sei. Er führt zur Bestätigung seiner Meinung, dass die Höhe des Meeres beständig zugenommen habe, den Fussboden der St. Marcus-Kirche zu Venedig an, der jetzt so niedrig ist, dass, wenn die Lagunen angeschwollen, sowohl der St. Marcus-Platz bisweilen überschwemmt, als auch er selber unter Wasser gesetzt wird; da doch nicht zu vermuthen steht, dass bei ihrer Erbauung es schon also bewandt gewesen sein werde. Imgleichen beruft er sich auf die marmorne Bank, die um das Rathhaus St. Marci geführt worden, vermuthlich den Schifffahrenden zu Gute, um zu Fuss in ihre Fahrzeuge zu kommen, welche zu diesem Zweck nunmehr beinahe untauglich

geworden, weil sie zur Zeit der ordentlichen Fluth einen halben Schuh tief unter Wasser steht, dass also aus den angeführten Merkmalen erhelle, das Meer müsse anjetzt eine grössere Höhe, als in vorigen Zeiten, erlangt haben. Diese Meinung zu erklären, behauptet er, dass die Flüsse den Schlamm, womit sie zur Zeit ihres Anschwellens angefüllt sind und den die Regenbäche von den Höhen des festen Landes abgespült haben, in das Meer schleppen und dadurch den Boden desselben erhöhen, wodurch dasselbe genöthigt werde, sich zu erheben, nach dem Maasse, als sein Bette allmählich ausgefüllt worden. Um das Maass dieser Erhöhung des Meeres mit derjenigen, die die wirklichen Merkmale an die Hand geben, einstimmig zu machen, suchte er die Quantität des Schlammes zu schätzen, die die Ströme, wenn sie trüb fliessen, mit sich führen, indem er gegen das Ende des Hornungs das Wasser des Stroms, der bei Bononien fliesst, schöpfte, und nachdem er die Erde sich hatte setzen lassen, sie $^1/_{174}$ des Wassers, welches selbige in sich gehalten, befand. Hieraus und aus der Menge des Wassers, welches die Ströme in einem Jahre ins Meer führen, bestimmte er die Höhe, auf welche das Meer durch diese Ursache allmählich steigen sollte, so, dass es in 348 Jahren auf 5 Zoll müsste höher befunden werden.

Durch die Betrachtung, welche wir von der marmornen Bank um das St. Marcus-Rathhaus zu Venedig angeführt haben, und durch das Verlangen, ein Maass zu haben, die Grösse seiner übrigen Bemerkungen dadurch zu bestimmen, wurde Manfredi bewogen, die vorerwähnte Erhöhung der Meeresfläche so weit zu vermehren, dass sie in 230 Jahren einen Fuss austrüge, weil, wie er behauptet, die Flüsse ausser der zarten Erde, die ihre Wasser trübe macht, noch viel Sand, Steine und dergleichen mit sich ins Meer schleppen. Auf diesen Fuss würde das Unglück der Erde mit ziemlich schnellen Schritten herbeirücken, obgleich er doch noch mit ihr behutsamer handelte, als Hartsoecker, der aus der gleichen Beobachtung beim Rheinstrom der Erde das Schicksal ankündigte, dass

innerhalb 10,000 Jahren ihr bewohnbarer Theil müsse weggespült sein, das Meer Alles bedecken, und nichts, als die kahlen Felsen aus demselben hervorragen; woraus man sich auf den Grad des Verfalls in einer etwas minderen Zeit, z. E. von 2000 Jahren, leichtlich die Rechnung machen kann.

Der wahre Fehler dieser Meinung besteht nur in dem Mehr oder Weniger, sonsten ist sie im Grunde richtig. Es ist andem, dass der Regen und die Flüsse das Erdreich abspülen und ins Meer führen; allein es ist weit gefehlt, dass sie es in so grossem Grade thun sollten, als der Verfasser vermuthet. Er nahm willkürlich an, dass die Ströme das ganze Jahr über so trübe fliessen, als sie es in denjenigen Tagen thun, da der von den Gebirgen abthauende Schnee die heftigen Giessbäche verursacht, welche das Erdreich anzugreifen die volle Gewalt haben, und da das Erdreich selber völlig durchnetzt und durch die vorige Winterkälte mürbe genug geworden, um so leicht als möglich weggespült zu werden. Wenn er diese Behutsamkeit zugleich mit der Aufmerksamkeit verbunden hätte, die er auf den Unterschied der Flüsse hätte haben sollen, deren diejenigen, die von Gebirgen unterhalten werden, wegen der Gewalt der Giessbäche, welche sich in sie ergiessen, mehr geraubte Erde, als andere, die von dem platten Lande ernährt werden, in sich halten, so würde sich seine Rechnung so sehr verringert haben, dass er den Anschlag vermuthlich hätte fahren lassen, die Erklärung der beobachteten Veränderungen darauf zu gründen. Wenn man endlich hiebei noch erwägt, dass das Meer durch eben diese Bewegung, weswegen man ihm beimisst, dass es nichts Todtes bei sich leide, nämlich durch die beständige Abführung aller Materie, die nicht gleichen Grad der Beweglichkeit hat, an die Ufer, diesen Schlamm nicht auf seinem Grunde sich häufen lasse, sondern ihn unverzüglich an das feste Land absetze und es damit vermehre; so würde die Furcht, den Schlauch des Meeres damit ausgefüllt zu sehen, sich in eine gegründete Hoffnung verwandelt haben, durch den Raub der hohen Gegenden an den Seeufern beständig neues

Land zu überkommen; denn in der That, in allen Meerbusen, z. E. in demjenigen, so den Namen des rothen Meeres führt, imgleichen im venetianischen Golfo zieht sich das Meer von der Spitze allmählich zurück, und das trockene Land macht an dem Reiche des Neptun beständig neue Erwerbungen; anstatt dass, wenn die Vermuthung des erwähnten Naturforschers gegründet wäre, sich das Gewässer immer mehr über die Ufer ausbreiten und das trockene Erdreich unter dem nassen Elemente begraben würde.

Was aber die Ursache der Erniedrigung der Gegenden am Ufer des adriatischen Meeres betrifft, so wollte ich (wofern es wirklich damit seine Richtigkeit hat, dass es nicht immer so gewesen) deshalb mich lieber an eine Beschaffenheit des Landes wenden, die Italien vor vielen anderen besonders hat. Wir wissen nämlich, dass die Grundfeste dieses Landes unterwölbt sei, und dass die Erdbeben, ob sie gleich vornehmlich in dem unteren Italien wüthen, dennoch auch bei dem oberen ihre Gewalt auslassen, und durch ihre Erstreckung in weite Gegenden, ja sogar bis unter die Meere hinweg, die zusammenhängenden unterirdischen Höhlungen zu erkennen geben. Wenn nun die Erschütterung der unterirdischen Entzündungen die Grundfeste derselben zu bewegen vermögend ist und sie schon oft bewegt hat, ist es nicht zu vermuthen, dass die Rinde nach vielen heftigen Anfällen einigermassen sich gesenkt habe, und in Ansehung der Meeresfläche könne niedriger geworden sein?

Die dritte Meinung, welche die Vermehrung des trockenen Landes und Verringerung der Gewässer auf dem Erdboden als einen Vorboten ihres Verderbens ansieht, hat ebensowohl anscheinende Gründe aus der Beobachtung, als die vorige, aber weniger begreifliche Ursache, sie zu erklären. Denn es ist gewiss, dass, obgleich es scheinen möchte, das Meer, wenn es an einer Seite das feste Land gleich allmählich trocknen lässt, bemächtige sich dafür wieder anderer Gegenden, in welche es sich hineinarbeitet, und halte sich im Ganzen schadlos, dennoch, wenn man es genau erwägt, weit grössere Strecken von dem Meere entblösst wer-

den, als diejenigen sind, über die es sich ausbreitet. Vornehmlich verlässt das Meer die niedrigen Gegenden und nagt an den hohen Ufern, weil diese seinem Anfall vornehmlich ausgesetzt sind und die ersteren selbigen durch eine gelinde Abschüssigkeit vereiteln. Dieses allein könnte einen Beweis abgeben, dass die Meeresfläche sich überhaupt nicht mehr und mehr erhebe; denn man würde den Unterschied am deutlichsten an den Ufern spüren, da das Land mit geringem Abfall sich zum Boden des Meeres allmählich erniedrigt; daselbst würden 10 Fuss Erhöhung des Wassers dem festen Lande viel abgewinnen, da es sich vielmehr ganz entgegen verhält, und indem das Meer diejenigen Dämme, die es vordem aufgeworfen hat und über die es ohne Zweifel damals weggegangen ist, nun nicht mehr erreicht, dies beweist, dass es seitdem niedriger geworden; wie z. E. die zwei preussischen Nährungen, die Dünen an den holländischen und englischen Küsten nichts Anderes, als Sandhügel sind, die das Meer ehedem aufgetrieben hat, die aber anjetzt als Schutzwehren wider dasselbe dienen, nachdem solches die Höhe nicht mehr erreicht, sie zu übersteigen.

Soll man aber, um dieses Phänomen in seiner vollen Gültigkeit zu lassen, zu einer wirklichen Verschwindung des flüssigen Elements und Verwandlung desselben in einen festen Zustand oder zu einer stets zunehmenden Vertiefung des Bettes der See durch dessen unaufhörliche Bewegung seine Zuflucht nehmen? Der erstere Grund würde wohl den mindesten Antheil an einer merklichen Veränderung haben, ob er gleich nicht so sehr, wie es scheint, einer gesunden Naturwissenschaft widerstreitet. Denn gleichwie andere flüssige Materien bisweilen einen festen Stand annehmen, ohne dennoch ihr Wesen zu verlieren, z. E. Quecksilber, welches in den Versuchen des Boerhave die Gestalt eines rothen Pulvers annimmt, die Luft, die Hales in allen vegetabilischen Producten, vornehmlich dem Weinstein, als einen festen Körper angetroffen hat, so thut ohne Zweifel dieses das Wasser gleichfalls, dessen Theile in der Bildung der Pflanzen ihre Flüssigkeit abzulegen scheinen, so dass das allerausge-

tocknetste zerriebene Holz bei chemischer Auflösung doch immer Wasser von sich giebt, woraus es nicht unwahrscheinlich wird, dass ein Theil der Gewässer des Erdbodens zu der Bildung der Gewächse verwandt wird und nimmer in das Meer zurückkehrt. Allein zum wenigsten kann diese Abnahme nicht merklich werden. Der zweite Grund kann gleichfalls in absolutem Verstande nicht in Abrede gezogen werden. Das Regenwasser, welches die Erde in sich zieht, sinkt zwar in dieser nur vornehmlich so tief, bis es etwas dichtere Schichten findet, die es nicht durchlassen und es nöthigen, nach dem Abhange derselben einen Ausgang zu suchen und Quellen zu unterhalten. Allein es wird jederzeit etwas von demselben durch alle Schichten bis zu den felsigten sich hinuntersteigen, und auch in diesen durch ihre Ritzen dringen und diejenigen unterirdischen Wasser sammeln, welche bei Gelegenheit einiger Erdbeben zuweilen hervorgebrochen sind und Länder überschwemmt haben.*) Dieser Verlust des Meerwassers könnte vielleicht nicht unbeträchtlich sein, und verdiente genauer erwogen zu werden. Allein der dritte Grund scheint wohl den grössesten und unstreitigsten Antheil an der verminderten Höhe des Meeres zu haben, welche immer abnehmen muss, je tiefer dieses sein Bette ausarbeitet, wiewohl auf diese Art nicht der geringste Schritt zum Verderben der Erde zu besorgen ist.

Welches ist denn das Resultat der Prüfung, die über die bisher vorgetragenen Meinungen angestellt worden? Wir haben die drei ersteren verneinend entschieden. Das Erdreich verliert keine Salzigkeit durch das Abspülen des Regens und der Bäche; die fette Erde wird nicht durch die Flüsse mit unersetzlichem Verlust in das Meer geschleppt, um es endlich auszufüllen und die Gewässer desselben über das bewohnte Land wiederum zu erheben. Sie führen in der That demselben den Raub den hohen Gegenden zu; allein dieses bedient sich desselben, um ihn wiederum an den

*) Siehe der Königl. Akad. der Wissensch. zu Paris physische Abhandlungen; von Steinwehrsche Uebers. 2. Bd. S. 246.

Ufern des festen Landes abzusetzen, und die Unterhaltung und Bildung der Vegetabilien kostet dem Meere einen wirklichen Aufwand ausgedunsteten Wassers, wovon ein namhafter Theil den flüssigen Zustand abzulegen und das Erdreich wegen seines Verlustes schadlos zu halten scheint. Endlich hat die Vermuthung von der wirklichen Abnahme der Gewässer des Oceans, ungeachtet ihrer Wahrscheinlichkeit, doch nicht genugsam gegründete Zuverlässigkeit, um in einer sicheren Hypothese einen entscheidenden Ausspruch zu veranlassen. Es bleibt also in Ansehung der Veränderung der Gestalt der Erde eine einzige Ursache übrig, worauf man mit Gewissheit rechnen kann, welche darin besteht, dass der Regen und die Bäche, indem sie das Erdreich beständig angreifen und von den hohen Gegenden in die niederen abspülen, die Höhen nach und nach eben zu machen und, so viel an ihnen ist, die Gestalt der Erde ihrer Unebenheiten zu berauben trachten. Diese Wirkung ist gewiss und zuverlässig. Das Erdreich ist dieser Veränderung auch so lange unausgesetzt unterworfen, so lange es an dem Abhange der hohen Theile Materien giebt, welche von dem Regenwasser angegriffen und weggespült werden können, und die Erde wird von derselben nicht eher frei sein, als bis nach weggespülten lockeren Schichten die felsigten Grundlagen derselben die einzigen Höhen ausmachen werden, die keine Veränderung mehr erleiden. Diese Veränderung ist nicht allein wegen der Versetzung der Schichten, davon die fruchtbarsten unter den todten versenkt und begraben werden, sondern vielmehr wegen der Aufhebung der nützlichen Eintheilung des festen Landes in Thäler und Höhen die besorgliche Ursache ihres bevorstehenden Verderbens. Wenn man die gegenwärtige Einrichtung des festen Landes ansieht, so wird man mit Bewunderung eine regelmässige Beziehung der erhabenen Gegenden gegen die Tiefen gewahr: dass das Erdreich in weiten Strecken sich mit gemässigtem Abhange nach dem Schlauche eines Flusses neigt, der die grösste Tiefe des Thales einnimmt, und nach dessen Erstreckung eine ebenmässig fortgehende Abschüssigkeit

bis zu dem Meere hin hat, darin solcher sein Wasser ausleert. Diese wohlgeordnete Verfassung, die das Land von dem Ueberflusse des Regenwassers befreit, beruht sehr auf dem Grad ihrer Grösse, damit weder ein gar zu grosser Abfall das Wasser, welches zur Fruchtbarkeit angewandt werden soll, zu schnell abführe, noch eine gar zu geringe Abschüssigkeit es zum Schaden derselben zu lange darauf ruhen und sich häufen lasse. Allein diese vortheilhafte Bestimmung leidet durch die stets währende Wirkung des Regens beständigen Abbruch; indem derselbe die Höhen vermindert und dadurch, dass er die abgerissenen Materien in die niedrigen Gegenden führt, die Gestalt der Erde allmählich der Beschaffenheit nähert, die sie haben würde, wenn alle Ungleichheiten der Oberfläche verschwunden wären, und das ohne Abzug sich häufende Wasser, das der Regen über den Erdboden führt, den Schooss derselben durchweichen und die bewohnbare Verfassung zernichten würde. Ich habe schon angemerkt, dass die Vollendung des Veraltens der Erde, ob sie gleich in langen Zeiten kaum merklich werden kann, dennoch ein gegründeter und wissenswürdiger Vorwurf der philosophischen Betrachtung sei, darin das Geringe nicht mehr gering oder nichtswürdig ist, welches durch unaufhörliche Summirungen eine wichtige Veränderung beständig näher herbeiführt, und in der das Verderben nichts Anderes, als Zeit braucht, um vollständig zu werden. Man kann indessen nicht sagen, dass die Schritte zu dieser Veränderung ganz und gar nicht zu merken wären. Wenn die Höhen beständig abnehmen, so wird der Zufluss des Wassers in die niederen Gegenden, welcher Landseen oder auch Ströme unterhält, immer vermindert werden. Diese werden an der Abnahme ihrer Grösse die Zeugnisse solcher Veränderung mit sich führen. In der That wird man an allen Landseen Merkmale finden, dass sie sich vordem weiter erstreckt haben. Der hohe Theil von Preussen ist ein rechtes Land voll Seen. Man wird nicht leicht einen von denselben sehen, da man nicht neben ihnen grosse anstossende Ebenen sollte gewahr werden, die so wassergleich sind,

dass man nicht zweifeln kann, sie hätten vordem auch zu dem See gehört und seien nur nach und nach trocken gelassen worden, nachdem dieser sich weiter zurückgezogen, weil sein Gewässer sich allmählich verringert hat. Um ein Beispiel anzuführen, so hat, nach sicheren Zeugnissen, vor Alters der Drausensee bis an die Stadt Preussisch-Holland gereicht und Gelegenheit zur Schifffahrt daselbst gegeben, der anjetzt sich auf eine Meile davon zurückgezogen hat, aber sein vormaliges Bette durch eine lange Ebene, die beinahe wassergleich ist, und deren vormalige erhöhete Ufer zu beiden Seiten gesehen werden, annoch deutlich bezeichnet. Diese allmähliche Veränderung ist also, so zu reden, ein Theil eines fortschreitenden Verhältnisses, dessen letztes Glied fast unendlich weit von dem Anfange absteht und vielleicht niemals erreicht wird, weil die Offenbarung der Erde, die wir bewohnen, ein plötzliches Schicksal vorher verkündigt, dessen Ausführung ihre Dauer mitten im Wohlstande unterbrechen und ihr nicht Zeit lassen soll, durch unmerkliche Stufen der Abänderung zu veralten und, so zu reden, einen natürlichen Tod zu leiden.

Ich bin indessen den verschiedenen Meinungen, die man von dem Veralten der Erde aufwerfen kann, noch die Beurtheilung der vierten schuldig: ob sich nicht die stets wirksame Kraft, welche gewissermassen das Leben der Natur macht, und die, wiewohl sie nich sichtbar in die Augen fällt, dennoch bei allen Zeugungen und der Oekonomie aller drei Naturreiche geschäftig ist, nach und nach erschöpfe und dadurch das Veralten der Natur verursache. Diejenigen, die in diesem Verstande einen allgemeinen Weltgeist annehmen, verstehen darunter keine unmaterielle Kraft, keine Seele der Welt oder plastische Naturen, die Geschöpfe der kühnen Einbildungskraft, sondern eine subtile, aber überall wirksame Materie, die bei den Bildungen der Natur das active Principium ausmacht und als ein wahrer Proteus bereit ist, alle Gestalten und Formen anzunehmen. Eine solche Vorstellung ist einer gesunden Naturwissenschaft und der Beobachtung nicht so sehr entgegen, als man wohl denken

sollte. Wenn man erwägt, dass die Natur in dem Pflanzenreiche den kräftigsten und geistigen Theil in ein gewisses Oel gelegt hat, dessen Zähigkeit seine Flüchtigkeit befestigt, und dessen Beraubung entweder durch die Ausdüftung oder chemische Kunstgriffe keinen merklichen Verlust des Gewichts verursacht, obgleich das Zurückgebliebene alsdenn nichts, als eine todte Masse ist; wenn man dieses *Spiritus Rector*, wie ihn die Chemici nennen, diese fünfte Essenz, die das specifische Unterscheidungszeichen eines jeden Gewächses ausmacht, erwägt, wie er allenthalben gleich leicht durch einerlei Nahrungsmittel, nämlich durch reines Wasser und Luft erzeugt werde; wenn man die so berufene flüchtige Säure, die allenthalben in der Luft ausgebreitet ist, die das active Principium in den meisten Arten der Salze, den wesentlichen Theil des Schwefels und das Vornehmste in dem Brennbaren des Feuers ausmacht, deren Anziehungs- und Zurückstossungskräfte sich bei der Elektrizität so deutlich offenbaren, welche so geschickt ist, die Federkraft der Luft zu bezwingen und Bildungen zu veranlassen; wenn man diesen Proteus der Natur erwägt: so wird man bewogen, eine überall wirksame subtile Materie, einen sogenannten Weltgeist mit Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, aber auch zu besorgen, dass die unaufhörlichen Zeugungen vielleicht immer mehr von demselben verzehren, als die Zerstörung der Naturbildungen zurückliefert, und dass die Natur vielleicht durch den Aufwand derselben beständig etwas von ihrer Kraft einbüsse.

Wenn ich den Trieb der alten Völker zu grossen Dingen, den Enthusiasmus der Ehrbegierde, der Tugend und der Freiheitsliebe, der sie mit hohen Begriffen begeisterte und sie über sich selbst erhob, mit der gemässigten und kaltsinnigen Beschaffenheit unserer Zeiten vergleiche, so finde ich zwar Ursache, unseren Jahrhunderten zu einer solchen Veränderung Glück zu wünschen, welche der Sittenlehre sowohl, als den Wissenschaften gleich einträglich ist, aber ich gerathe doch in Versuchung zu vermuthen, dass vielleicht dieses Merkmale einer gewissen Erkaltung desjenigen

Feuers seien, welches die menschliche Natur belebte, und dessen Heftigkeit ebenso fruchtbar an Ausschweifungen, als schönen Wirkungen war. Wenn ich dagegen in Erwägung ziehe, wie grossen Einfluss die Regierungsart, die Unterweisung und das Exempel in die Gemüthsverfassung und die Sitten habe, so zweifle ich, ob dergleichen zweideutige Merkmale Beweisthümer einer wirklichen Veränderung der Natur abgeben können.

Ich habe demnach die aufgeworfene Frage von dem Veralten der Erde nicht entscheidend, wie es der unternehmende Geist eines kühnen Naturforschers erheischen würde, sondern prüfend, wie es die Beschaffenheit des Vorwurfs selber mit sich bringt, abgehandelt. Ich habe den Begriff richtiger zu bestimmen gesucht, den man sich von dieser Veränderung zu machen hat. Es können noch andere Ursachen sein, die durch einen plötzlichen Umsturz der Erde ihren Untergang zuwege bringen könnten. Denn ohne der Kometen zu gedenken, deren man sich zu allen ausserordentlichen Schicksalen seit einiger Zeit bequem zu bedienen gewusst hat, so scheint in dem Inwendigen der Erde selber das Reich des Vulcans und ein grosser Vorrath entzündeter und feuriger Materie verborgen zu sein, welche unter der obersten Rinde vielleicht immer mehr und mehr überhand nimmt, die Feuerschätze häuft, und an der Grundfeste der obersten Gewölber nagt, deren etwa verhängter Einsturz das flammende Element über die Oberfläche führen und ihren Untergang im Feuer verursachen könnte. Allein dergleichen Zufälle gehören ebenso wenig zu der Frage des Veraltens der Erde, als man bei der Erwägung, durch welche Wege ein Gebäude veralte, die Erdbeben oder Feuersbrünste in Betrachtung zu ziehen hat. [1])

V.

Untersuchung der Frage,

ob

die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse,

wodurch sie

die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt,

einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe, welches die Ursache davon sei,

und

woraus man sich ihrer versichern könne?

welche

von der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin

zum Preise

für das jetztlaufende Jahr aufgegeben worden.

1754.

Das Urtheil wird in Kurzem bekannt werden, welches die Königl. Akademie der Wissenschaften über diejenigen Schriften fällen wird, die bei Gelegenheit ihrer Aufgabe auf dieses Jahr um den Preis gestritten haben. Ich habe über diesen Vorwurf Betrachtungen angestellt, und da ich nur die physikalische Seite desselben erwogen, so habe ich meine Gedanken darüber kürzlich entwerfen wollen, nachdem ich eingesehen, dass er seiner Natur nach auf dieser Seite unfähig ist, zu demjenigen Grade der Vollkommenheit gebracht zu werden, welche diejenige Abhandlung haben muss, die den Preis davontragen soll.

Die Aufgabe der Akademie besteht in Folgendem: *ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe, welches die Ursache davon sei, und woraus man sich ihrer versichern könne?* Man kann dieser Frage historisch nachspüren, indem man die Denkmale des Alterthums aus den entferntesten Zeiten, von der Grösse ihres Jahres und den Einschaltungen, deren sie sich haben bedienen müssen, um zu verhindern, dass der Anfang desselben nicht durch alle Jahreszeiten beweglich sei, mit der Länge des in unseren Tagen bestimmten Jahres vergleicht, um zu sehen, ob jenes in den ältesten Zeiten mehr oder weniger Tage oder Stunden in sich gehalten habe, als jetzt; in welchem ersten Falle die Schnelligkeit der Achsendrehung verringert, in dem zweiten aber bis anjetzt vermehrt worden. Ich werde in meinem Vorwurfe nicht durch die Hülfsmittel der Geschichte Licht

zu bekommen suchen. Ich finde diese Urkunde so dunkel, und ihre Nachrichten in Ansehung der gegenwärtigen Frage so wenig zuverlässig, dass die Theorie, die man sich erdenken möchte, um sie mit den Gründen der Natur übereinstimmend zu machen, vermuthlich sehr nach Erdichtungen schmecken würde. Ich will mich also deshalb unmittelbar an die Natur halten, deren Verbindungen den Erfolg deutlich bezeichnen und Anlass geben können, die Bemerkungen aus der Geschwindigkeit auf die rechte Seite zu lenken.

Die Erde wälzt sich unaufhörlich um ihre Achse, mit einer freien Bewegung, die, nachdem sie ihr einmal zugleich mit ihrer Bildung eingedrückt worden, fortan unverändert und mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung in alle unendliche Zeiten fortdauern würde, wenn keine Hindernisse oder äusserliche Ursachen vorhanden wären, sie zu verzögern oder zu beschleunigen. Ich unternehme mir darzuthun, dass die äusserliche Ursache wirklich vorhanden sei, und zwar als eine solche, die die Bewegung der Erde nach und nach verringert und ihren Umschwung in unermesslich langen Perioden gar zu vernichten trachtet. Diese Begebenheit, die sich dereinst zutragen soll, ist so wichtig und wundersam, dass, obgleich der fatale Zeitpunkt ihrer Vollendung so weit hinausgesetzt ist, dass selber die Fähigkeit der Erdkugel, bewohnt zu sein, und die Dauer des menschlichen Geschlechts vielleicht nicht an den zehnten Theil dieser Zeit reicht, dennoch auch nur die Gewissheit dieses bevorstehenden Schicksals und die stätige Annäherung der Natur zu demselben ein würdiger Gegenstand der Bewunderung und Untersuchung ist.

Wenn der Himmelsraum mit einer einigermassen widerstehenden Materie erfüllt wäre, so würde der tägliche Umschwung der Erde an derselben eine unaufhörliche Hinderniss antreffen, wodurch seine Schnelligkeit sich nach und nach verzehren und endlich erschöpfen müsste. Nun ist aber dieser Widerstand nicht zu besorgen, nachdem Newton auf eine überzeugende Art dargethan hat, dass der Himmelsraum, der sogar den leichten kometischen Dünsten eine freie ungehin-

derte Bewegung verstattet, mit unendlich wenig widerstehender Materie erfüllt sei. Ausser dieser nicht zu vermuthenden Hinderniss ist keine äussere Ursache, die auf die Bewegung der Erde einen Einfluss haben kann, als die Anziehung des Mondes und der Sonne, welche, da sie das allgemeine Triebwerk der Natur ist, woraus Herr Newton ihre Geheimnisse auf eine so deutliche als ungezweifelte Art entwickelt hat, einen zuverlässigen Grund allhier abgiebt, an dem man eine sichere Prüfung anstellen kann.

Wenn die Erde eine ganz feste Masse ohne alle Flüssigkeit wäre, so würde die Anziehung weder der Sonne noch des Mondes etwas thun, ihre freie Achsendrehung zu verändern; denn sie zieht die östlichen sowohl als die westlichen Theile der Erdkugel mit gleicher Kraft, und verursacht dadurch keinen Hang weder nach der einen, noch der anderen Seite, folglich lässt sie die Erde in völliger Freiheit, diese Umdrehung, so wie ohne allen äusserlichen Einfluss, ungehindert fortzusetzen. In dem Falle aber, dass die Masse eines Planeten eine beträchtliche Quantität des flüssigen Elements in sich fasst, so werden die vereinigten Anziehungen des Mondes und der Sonne, indem sie diese flüssige Materie bewegen, der Erde einen Theil dieser Erschütterung eindrücken. Die Erde ist in solchen Umständen. Das Gewässer des Oceans bedeckt wenigstens den dritten Theil ihrer Oberfläche, und ist durch die Attraction der gedachten Himmelskörper in unaufhörlicher Bewegung, und zwar nach einer Seite, die der Achsendrehung gerade entgegengerichtet ist. Es verdient also erwogen zu werden, ob diese Ursache nicht der Umwälzung einige Veränderung zuzuziehen vermögend sei. Die Anziehung des Mondes, welche den grössten Antheil an dieser Wirkung hat, hält das Gewässer des Oceans in unaufhörlicher Aufwallung, dadurch es zu den Punkten gerade unterm Mond, sowohl auf der ihm zu-, als von ihm abgekehrten Seite hinzuzufliessen und sich zu erheben bemüht ist; und weil diese Punkte der Aufschwellung von Morgen gegen Abend fortrücken, so theilen sie dem Weltmeere eine beständige Fortströmung nach

eben dieser Gegend in seinem ganzen Inhalte mit. Die Erfahrungen der Seefahrenden hat schon längst diese allgemeine Bewegung ausser Zweifel gesetzt, und sie wird am deutlichsten in den Meerengen und Meerbusen bemerkt, wo das Gewässer, indem es durch eine enge Strasse laufen muss, seine Geschwindigkeit vermehrt. Da diese Fortströmung nun der Drehung der Erde gerade entgegengesetzt ist, so haben wir eine Ursache, auf die wir sicher rechnen können, dass sie jene, so viel an ihr ist, unaufhörlich zu schwächen und zu vermindern bemüht ist.

Es ist wahr, wenn man die Langsamkeit dieser Bewegung mit der Schnelligkeit der Erde, die Geringschätzigkeit der Quantität des Gewässers mit der Grösse dieser Kugel, und die Leichtigkeit der ersten zu der Schwere der letzteren zusammenhält, so könnte es scheinen, dass ihre Wirkung für nichts könne gehalten werden. Wenn man aber dagegen erwägt, dass dieser Antrieb unablässig ist, von jeher gedauert hat und immer währen wird, dass die Drehung der Erde eine freie Bewegung ist, in welcher die geringste Quantität, die ihr benommen wird, ohne Ersetzung verloren bleibt, dagegen die vermindernde Ursache unaufhörlich in gleicher Stärke wirksam bleibt, so wäre es ein einem Philosophen sehr unanständiges Vorurtheil, eine geringe Wirkung für nichtswürdig zu erklären, die durch eine beständige Summirung dennoch auch die grösste Quantität endlich erschöpfen muss.

Damit wir die Grösse der Wirkung, welche die beständige Bewegung des Oceans von Morgen gegen Abend der Achsendrehung der Erde entgegensetzt, einigermassen schätzen können, so wollen wir nur den Anfall, den das Weltmeer gegen die morgendlichen Küsten des festen Landes von Amerika thut, ausrechnen, indem wir dessen Erstreckung bis zu beiden Polen verlängern, dadurch, dass wir, was daran fehlt, durch die hervorragende Spitze von Afrika und durch die orientalischen Küsten Asiens mehr als überflüssig ersetzen. Lasst uns die Geschwindigkeit der angeführten Meeres-Bewegung unter dem Aequator 1 Fuss in einer Secunde, und nach den Polen, ebenso wie die

Bewegung der Parallelzirkel, abnehmend setzen; endlich mag die Höhe derjenigen Fläche, die das feste Land dem Anfalle des Wassers darbietet, in senkrechter Tiefe geschätzt, 100 Toisen (französische sechsfüssige Ruthen) angenommen werden; so werden wir die Gewalt, womit das Meer durch seine Bewegung diese ihr entgegenstehende Fläche drückt, dem Gewichte eines Wasserkörpers gleich finden, des Basis der ganzen gedachten Fläche von einem Pol zum anderen, die Höhe aber $^1/_{224}$ Fuss gleich ist. Dieser Wasserkörper, welcher elfmal hunderttausend Cubiktoisen begreift, wird von der Grösse der Erdkugel 123 Bimillionen übertroffen, und indem das Gewicht dieses Wasserkörpers der Bewegung der Erde immer entgegendrückt, so kann man leicht finden, wie viel Zeit verfliessen müsste, bis dieses Hinderniss der Erde ihre ganze Bewegung erschöpfte. Es würden 2 Millionen Jahre dazu erfordert werden, wenn man die Geschwindigkeit des fluthenden Meeres bis ans Ende gleich, und den Erdklumpen von gleicher Dichtigkeit mit der Materie der Gewässer annähme. Auf diesen Fuss würde in mässigen Perioden, da die gedachte Verminderung noch nicht viel beträgt, z. E. in einer Zeit von zweitausend Jahren, die Verzögerung so viel austragen, dass ein Jahreslauf nach diesem $8^1/_2$ Stunden weniger als vorher in sich halten müsste, weil die Achsendrehung um so viel langsamer geworden.

Nun leidet zwar die Abnahme der täglichen Bewegung dadurch grosse Einschränkungen, dass 1) die Dichtigkeit der ganzen Erdmasse nicht, wie hier vorausgesetzt worden, der specifischen Schwere des Wassers gleich ist; 2) die Geschwindigkeit des fluthenden Meeres in dessen offener Weite ungleich geringer, als auf ein Fuss in einer Secunde zu sein scheint; dagegen aber wird dieser Mangel überflüssig ersetzt, dadurch, dass 1) die Kraft der Erdkugel, die hier als in fortschiessender Bewegung mit der Geschwindigkeit eines Punkts unter dem Aequator berechnet worden, nur eine Achsendrehung ist, die ungleich geringer ist, über dieses auch die Hinderniss, welche auf der Oberfläche einer sich umdrehenden Kugel angebracht ist, den

Vortheil des Hebels durch seinen Abstand vom Mittelpunkte an sich hat, welche beide Ursachen zusammengenommen die Verminderung durch den Anlauf der Gewässer um $5^1/_2$ vermehren; zweitens aber, welches das Vornehmste ist, diese Wirkung des bewegten Oceans nicht lediglich gegen die über den Meeresgrund hervorragenden Unebenheiten, das feste Land, die Inseln und Klippen geschieht, sondern auf dem ganzen Meeresgrunde ausgeübt wird, die zwar in jedem Punkte ungleich weniger, als beim senkrechten Anlaufe der ersteren Berechnung austrägt, dagegen aber durch die Grösse des Umfanges, in welchem sie geschieht, der die vorerwähnte Fläche über 8 Millionenmal übertrifft, mit einem erstaunlichen Ueberflusse ersetzt werden muss.

Man wird diesemnach ferner nicht zweifeln können, dass die immerwährende Bewegung des Weltmeeres von Abend gegen Morgen, da sie eine wirkliche und namhafte Gewalt, auch immer etwas zu Verminderung der Achsendrehung der Erde beitrage, deren Folge in langen Perioden unfehlbar merklich werden muss. Nun sollten billig die Zeugnisse der Geschichte herbeigeführt werden, um die Hypothese zu unterstützen; allein ich muss gestehen, dass ich keine Spuren einer so wahrscheinlich zu vermuthenden Begebenheit antreffen kann und Anderen daher das Verdienst überlasse, diesen Mangel wo möglich zu ergänzen.

Wenn die Erde sich dem Stillstande ihrer Umwälzung mit stätigen Schritten nähert, so wird die Periode dieser Veränderung alsdenn vollendet sein, wenn ihre Oberfläche in Ansehung des Mondes in respectiver Ruhe sein wird, d. i. wenn sie sich in derselben Zeit um die Achse drehen wird, darin der Mond um sie läuft, folglich ihm immer dieselbe Seite zukehren wird. Dieser Zustand wird ihr durch die Bewegung der flüssigen Materie verursacht, die einen Theil ihrer Oberfläche nur bis auf eine gar geringe Tiefe bedeckt. Wenn sie bis auf den Mittelpunkt durch und durch flüssig wäre, so würde die Anziehung des Mondes in gar kurzer Zeit ihre Achsenbewegung bis zu diesem abgemessenen Ueberrest bringen. Dieses legt uns auf einmal die Ursache deutlich dar, die den

Mond genöthigt hat, in seinem Umlaufe um die Erde ihr immer dieselbe Seite zuzukehren. Nicht ein Uebergewicht der zugekehrten Theile über die abgewandten, sondern eine wirklich gleichförmige Umwendung des Mondes um seine Achse, gerade in der Zeit, da er um die Erde läuft, bringt diese immerwährende Darbietung derselben Hälfte zuwege. Hieraus lässt sich mit Zuverlässigkeit schliessen, dass die Anziehung, welche die Erde an dem Monde ausübt, zur Zeit seiner ursprünglichen Bildung, als seine Masse noch flüssig war, die Achsendrehung, die dieser Nebenplanet damals vermuthlich mit grösserer Geschwindigkeit gehabt haben mag, auf die angeführte Art bis zu diesem abgemessenen Ueberreste gebracht haben müsse. Woraus zu ersehen, dass der Mond ein späterer Himmelskörper sei, der der Erde hinzugegeben worden, nachdem sie schon ihre Flüssigkeit abgelegt und einen festen Zustand überkommen hatte; sonst würde die Anziehung des Mondes sie unfehlbar demselben Schicksale in kurzer Zeit unterworfen haben, das der Mond von unserer Erde erlitten hat. Man kann die letztere Bemerkung als eine Probe einer Naturgeschichte des Himmels ansehen, in welcher der erste Zustand der Natur, die Erzeugung der Weltkörper und die Ursachen ihrer systematischen Beziehungen, aus den Merkmalen, die die Verhältnisse des Weltbaues an sich zeigen, mussten bestimmt werden. Die Betrachtung, die dasjenige im Grossen oder vielmehr im Unendlichen ist, was die Historie der Erde im Kleinen enthält, kann in solcher weiten Ansehung ebenso zuverlässig begriffen werden, als man sie in Ansehung unserer Erdkugel in unseren Tagen zu entwerfen bemüht gewesen. Ich habe diesem Vorwurfe eine lange Reihe Betrachtungen gewidmet und sie in einem System verbunden, welches unter dem Titel: Kosmogonie, oder Versuch, den Ursprung des Weltgebäudes, die Bildung der Himmelskörper und die Ursachen ihrer Bewegung, aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen der Materie, der Theorie des Newton gemäss herzuleiten, in Kurzem öffentlich erscheinen wird. [1]

VI.

Einige kurzgefasste Betrachtungen

über

das Feuer,

welche als Probearbeit, behufs geneigter Zulassung
zum Examen Einer hochgeehrten philosophischen
Facultät unterthänigst überreicht

Immanuel Kant,

der Philosophie Beflissener aus Königsberg in Preussen.

Königsberg, den 17. April 1755. [1])

Zweck der Schrift.

Ich habe nicht die Absicht, einen Gegenstand, welcher genügenden Stoff für einen starken Band liefern würde, auf wenigen Seiten zu erschöpfen. Die kurzen Betrachtungen, welche ich hier der geneigten Prüfung Einer hochgeehrten philosophischen Facultät gleichsam nur andeutungsweise überreiche, sollen blos die Grundlinien einer Theorie sein, welche mir den Stoff zu einer ausführlicheren Abhandlung bieten werden, sobald ich die dazu nöthige Musse gefunden habe. Ueberall habe ich mich sorgfältig gehütet, einer hypothetischen und willkürlichen Beweisführung, wie es wohl zu geschehen pflegt, zu viel Raum zu gestatten; vielmehr bin ich nach Möglichkeit sorgfältig dem leitenden Faden der Erfahrung und der Geometrie gefolgt, ohne welchen man aus dem Labyrinth der Natur kaum den Ausgang findet. Da die Kraft des Feuers sich vorzüglich in der Verdünnung der Körper und in Auflösung deren Verbindungen erkennbar macht, so schien es mir einer methodischen und vernunftgemässen Behandlung zu entsprechen, wenn ich Einiges über den Zusammenhang des Stoffes und über die Natur des Flüssigen vorausschickte.

Erster Abschnitt.

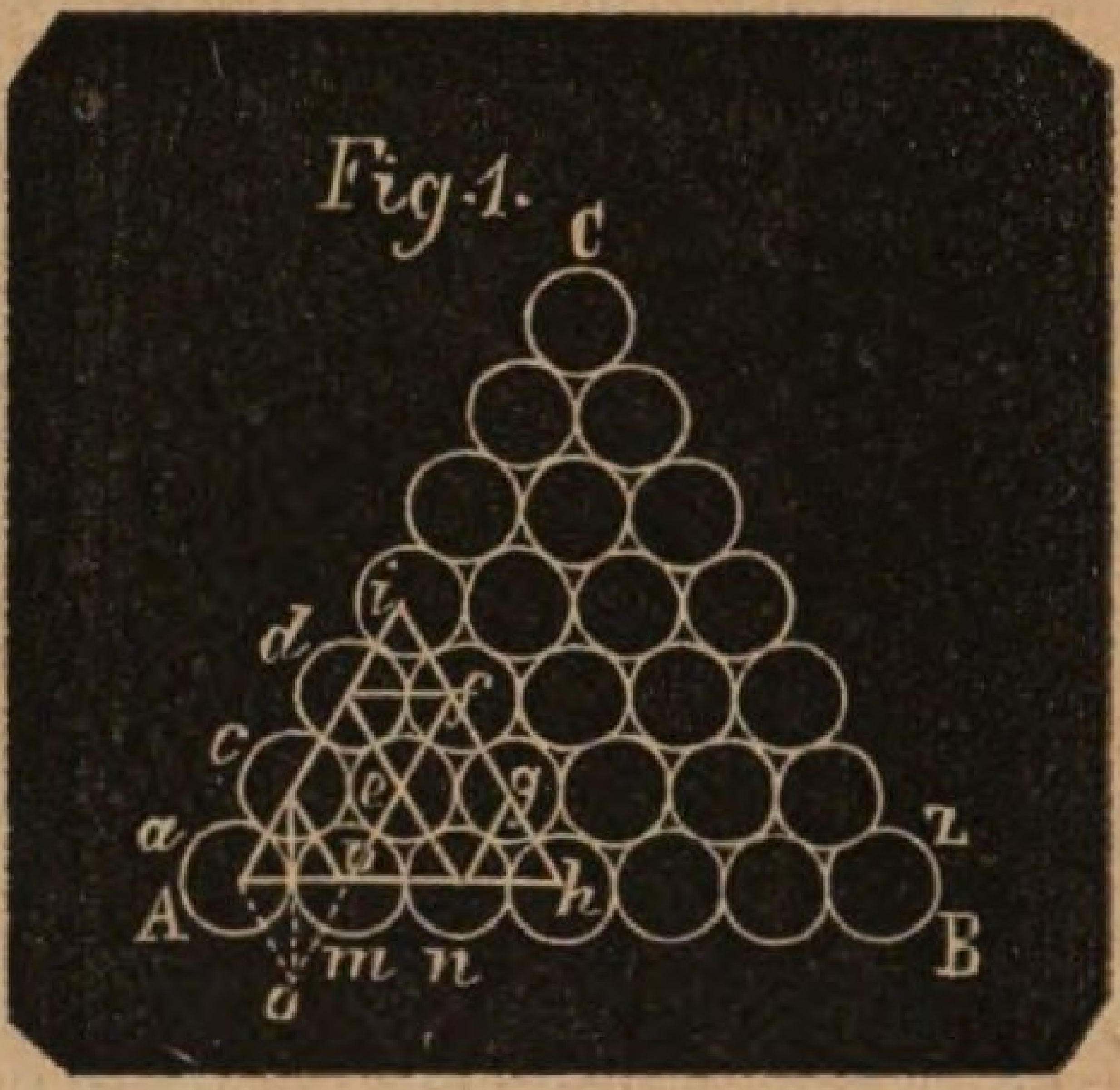
Ueber die Natur der harten und flüssigen Körper.

Lehrsatz I.

Die Flüssigkeit der Körper kann nicht aus der Theilung des Stoffes in sehr kleine Theil-

chen und deren möglichst geringen Zusammenhange erklärt werden, wie die meisten Naturforscher nach dem Vorgange von Descartes es thun.

Das Dreieck *ABC* (Figur 1) soll die abgeschnittene Spitze eines Kegels von kleinsten kugelförmigen Theilchen vorstellen. Ich sage nun, dass dieser Haufe



unter solchen Umständen seine Oberfläche nicht wagerecht herstellen wird; wie dies bei Flüssigkeiten geschieht. Denn von den Theilchen *c*, *e*, *g*, *d*, *f*, *i*, die auf den unterliegenden *A*, *m*, *n*, *h* aufliegen, wird jedes einzelne von letzteren umfasst; sie werden deshalb ruhen und ihre Lage nicht verändern, wenn sie die andern nicht nach links oder rechts wegtreiben. Nun ist die Kraft *v a*, womit das obere Theilchen durch seine Schwere drückt und das Theilchen *a* nach rechts stösst, in Folge der Zusammensetzung der Kräfte, nur gleich seiner halben Schwere *co*, und dies gilt ebenso für alle andern Elemente des ganzen Haufens. Hieraus erhellt, dass, wenn den äussersten Körperchen *a* und *z* nur irgend eine Kraft entgegensteht, alsdann der auf einer Ebene ruhende Haufen keine wagerechte, sondern eine kugelartige Gestalt an seiner Oberfläche annehmen wird, wie es mit dem feinen Sand in einer Sanduhr oder irgend einem anderen Stoff, der in sehr feinen Staub zerrieben ist, geschieht. [2])

Lehrsatz II.

Ein Haufen von noch so feinen und noch so schwach zusammenhängenden Theilchen wird dem statischen Gesetz nicht Genüge leisten und keinen Druck gegen die Seiten ausüben, welcher seiner Höhe entspricht. Er entbehrt also des wesentlichen Merkmals des Flüssigen, wenn die Theilchen einander nicht vermittelst eines elastischen Zwischenstoffes drücken, mit dessen Hülfe sie die Kraft ihrer Schwere gleichmässig nach allen Richtungen hin mittheilen können.

Denn aus dem vorgehenden Lehrsatze erhellt, dass die aufgehäuften und unmittelbar sich drückenden Theilchen seitlich hin nicht einen ihrer Höhe entsprechenden Druck ausüben; deshalb muss sich zwischen den elementaren Theilen des Flüssigen ein anderer Stoff befinden, durch dessen Vermittelung sie das Gewicht ihrer Schwere gleichmässig nach allen Richtungen hin vertheilen können. Ein solcher Stoff, der, wenn er irgendwo gedrückt wird, sich anderswohin mit gleicher Kraft auszudehnen strebt, heisst gewöhnlich elastisch, und es müssen also die festen Theilchen des Flüssigen nicht unmittelbar auf einander, sondern auf einem ihnen beigemischten elastischen Stoff aufliegen, mit dessen Hülfe der ganze obere Druck in gleicher Stärke sich nach den Seiten verbreitet.

Ich werde bald beweisen, dass dieser elastische Stoff, welcher sich zwischen den Elementen des Flüssigen befindet, nur der Wärmestoff ist. [3])

Lehrsatz III.

Die harten Körper werden, ebenso wie die flüssigen, in ihren kleinsten Theilchen nicht durch unmittelbare Berührung derselben zusammengehalten, sondern auch durch die Vermittelung eines elastischen Stoffes.

Die flüssigen Körper hängen, wie erwiesen worden, vermittelst eines elastischen Stoffes zusammen. Da nun die Metalle, wenn sie aus dem flüssigen Zustande in die Verhärtung übergehen, wie andere Körper dieser Art, im Verhältniss der abnehmenden Wärme einen immer kleineren Raum einnehmen und sich in allen Richtungen verdichten, so erhellt, dass ihre dichten Theilchen einander nicht berühren können, weil sonst denselben der Raum dazu fehlen würde und sie einander sich nicht nähern könnten. Es müssen deshalb auch die harten Körper zwischen ihren Theilchen einen Stoff eingemengt enthalten, vermittelst dessen diese Theilchen, ohne einander zu berühren, sich doch gegenseitig anziehen, oder, wenn man lieber will, zusammenhängen, und es müssen daher die harten Körper in dieser Rücksicht mit dem Flüssigen übereinstimmen. [4])

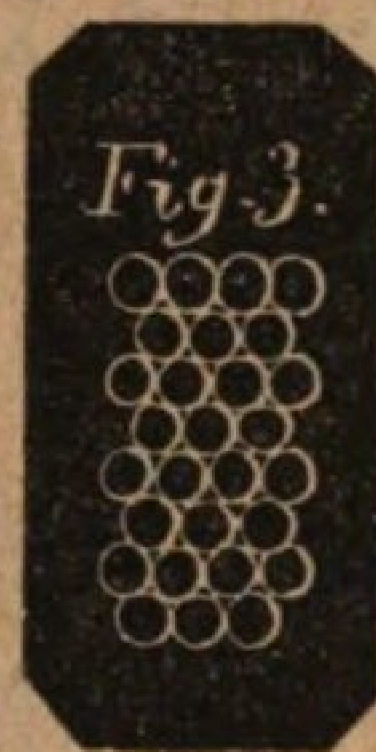
Lehrsatz IV.

Vermittelst dieses erwähnten Stoffes, durch den die Elemente eines Körpers, obgleich sie einander nicht berühren, doch sich gegenseitig anziehen, sind die Erscheinungen der harten Körper zu erklären.

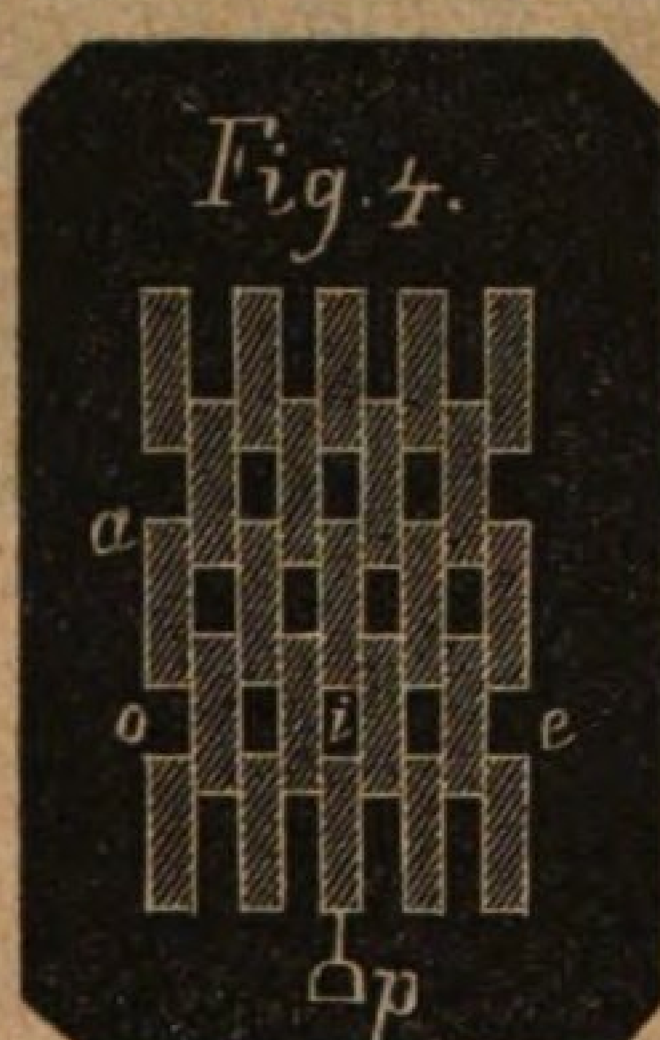
Die harten Körper, namentlich wenn sie, wie die Metalle und das Glas, aus dem Flüssigkeitszustande in den harten übergegangen sind, haben das Eigenthümliche und höchst Merkwürdige, dass sie in Folge eines angehängten Gewichtes sich, ohne zu brechen, ein wenig ausdehnen; und zwar in der Weise, dass sie im Zustande der engsten Annäherung ihrer Theilchen schon durch eine geringe Entfernung dieser Theilchen von einander ein Gewicht tragen können, dass sie aber bei dem grössten Grade ihrer Ausdehung auch das verhältnissmässig grösste Gewicht zu tragen vermögen. Diese Erscheinung lässt sich nach meiner Ansicht nicht erklären, wenn die dichten Theilchen der Körper sich unmittelbar berühren. Denn die Theilchen eines Metallfadens mögen entweder nach der Form

wie Figur 2, aneinanderliegen, oder zur möglichsten Vermeidung leerer Zwischenräume in der Art, wie bei Figur 3, oder wie Parallelopipeda, die sich mit ihren Oberflächen berühren, wie in Figur 4; so dass bei





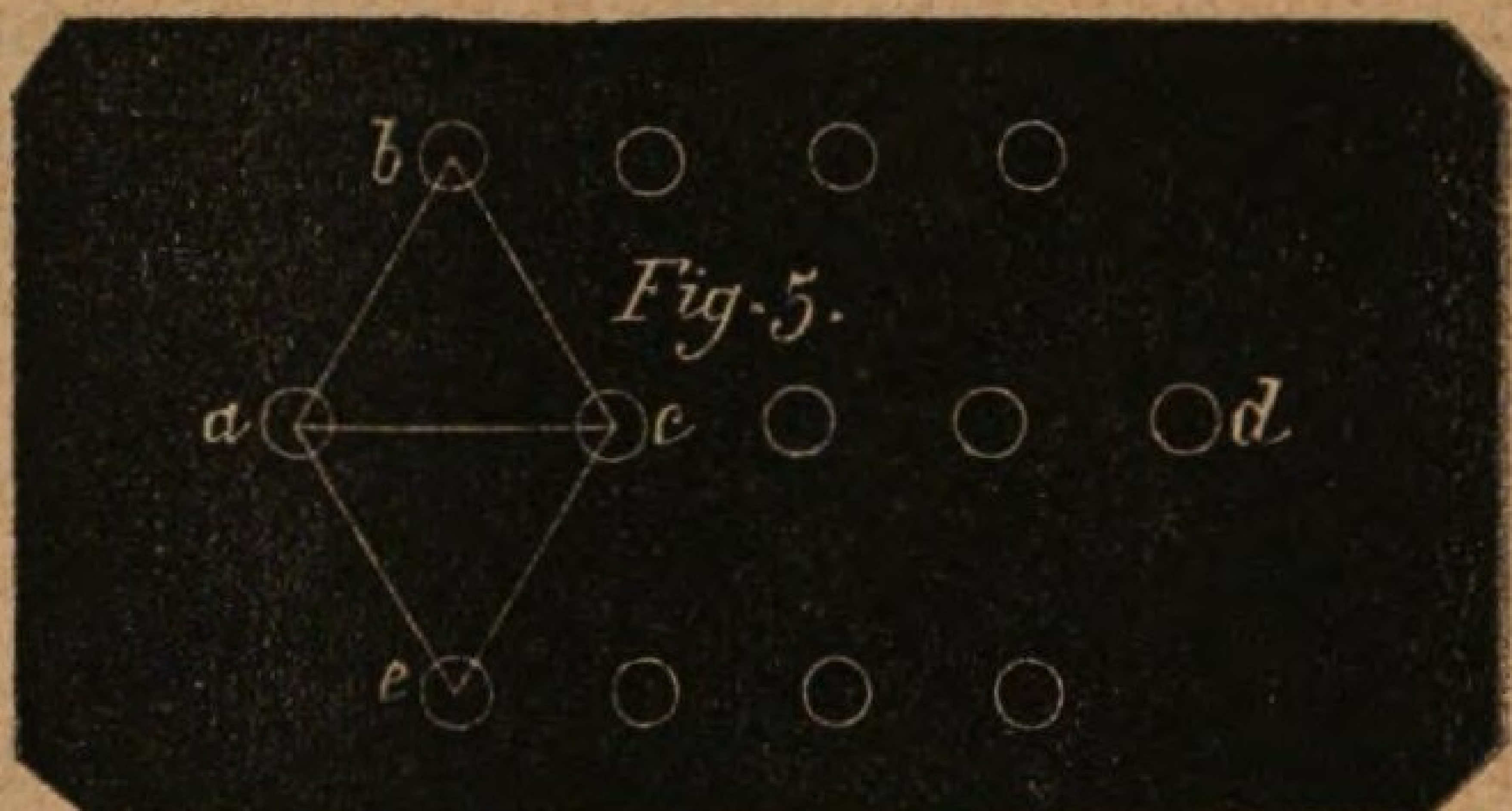
Anhängung des Gewichtes *p* die kleinen Räume *a*, *o*, *i*, *e* u. s. w. sich zwar aus der Berührung lösen, aber doch mit den übrigen Oberflächen zusammenhängend bleiben, so erhellt doch, dass, wenn das angehängte Gewicht einen solchen Metallfaden auch nur ein wenig in seiner Länge ausdehnt, bei der ersten Annahme (Figur 2) die Theile sofort von einander abreissen werden, da sie einander nicht mehr berühren. Meint man aber, dass die zur Seite liegenden Theichen *a*, *b*, *c*, *d* (Figur 2), bei ihrer Ausdehnung in die Länge, die Zwischenräume ausfüllen und so das Zerreissen verhindern würden, so wäre doch damit die



Stärke des Fadens ein wenig dünner geworden und die Theilchen würden dem Gewichte, dem sie schon vorher nachgegeben haben, noch weniger Widerstand

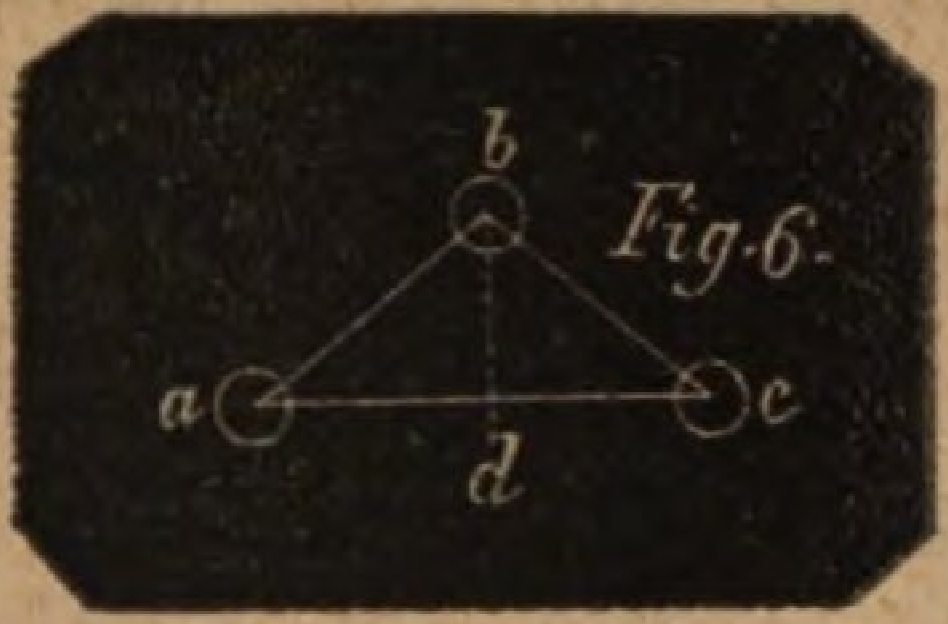
leisten können. Bei der dritten Annahme (Figur 4), wo diese Theilchen sich mit ihrer ganzen Oberfläche berührt hatten, ist klar, dass dann, wo diese Theilchen sich nur noch mit einem Theile ihrer Oberflächen berühren, sie von dem Gewichte gänzlich getrennt werden würden. Hiernach kann in allen Fällen, die man aufstellen mag, der Faden sich nicht ausdehnen, ohne gleichzeitig zu zerreissen. Da nun dies der Erfahrung widerstreitet, so erhellt, dass die Elemente der harten Körper nicht durch unmittelbare Berührung, sondern vermöge eines gewissen Stoffes auch noch in einer bestimmten Entfernung einander anziehen.

Ich will es daher wagen, nach meiner Hypothese diese Erscheinung bei den harten Körpern den betrachteten Gesetzen der Natur und den Regeln der Geometrie gemäss zu erklären. Wenn ein Körper, der aus dem Flüssigkeitszustande in den harten übergeht, eine solche Lage seiner Elemente annimmt, dass ein elastischer Zwischenstoff sie an der gegenseitigen Berührung hindert und drei Elemente immer ein gleichseitiges Dreieck bilden, wie es die Figur 5 zeigt (und eine solche



Stellung werden die Theilchen immer erstreben, wenn sie durch ihre Anziehung sich in den kleinsten Raum zusammenziehen), so muss, wenn das angehängte Gewicht das System dieser Theilchen nach der Richtung *ad* zieht, der Abstand der Elemente *a* und *c* grösser werden, wie Figur 6 zeigt, während die Entfernung *ab* und *bc* sich nicht verändern wird. Denn das Element *b* nähert sich dem Punkte *d* so, dass es mit den bei-

den *a* und *c* einen grösseren Winkel, als vorher (Figur 5) einschliesst. Auf diese Weise bleibt die Dichtheit des eingemengten elastischen Zwischenstoffes unvermindert (weil der von dem ausgedehnten Körper eingenommene Raum eigentlich nicht grösser geworden ist), und deshalb wird die Anziehung, oder wenn man lieber will, der Zusammenhang der Elemente *a* und *c* vermittelst dieses Bandes nicht vermindert



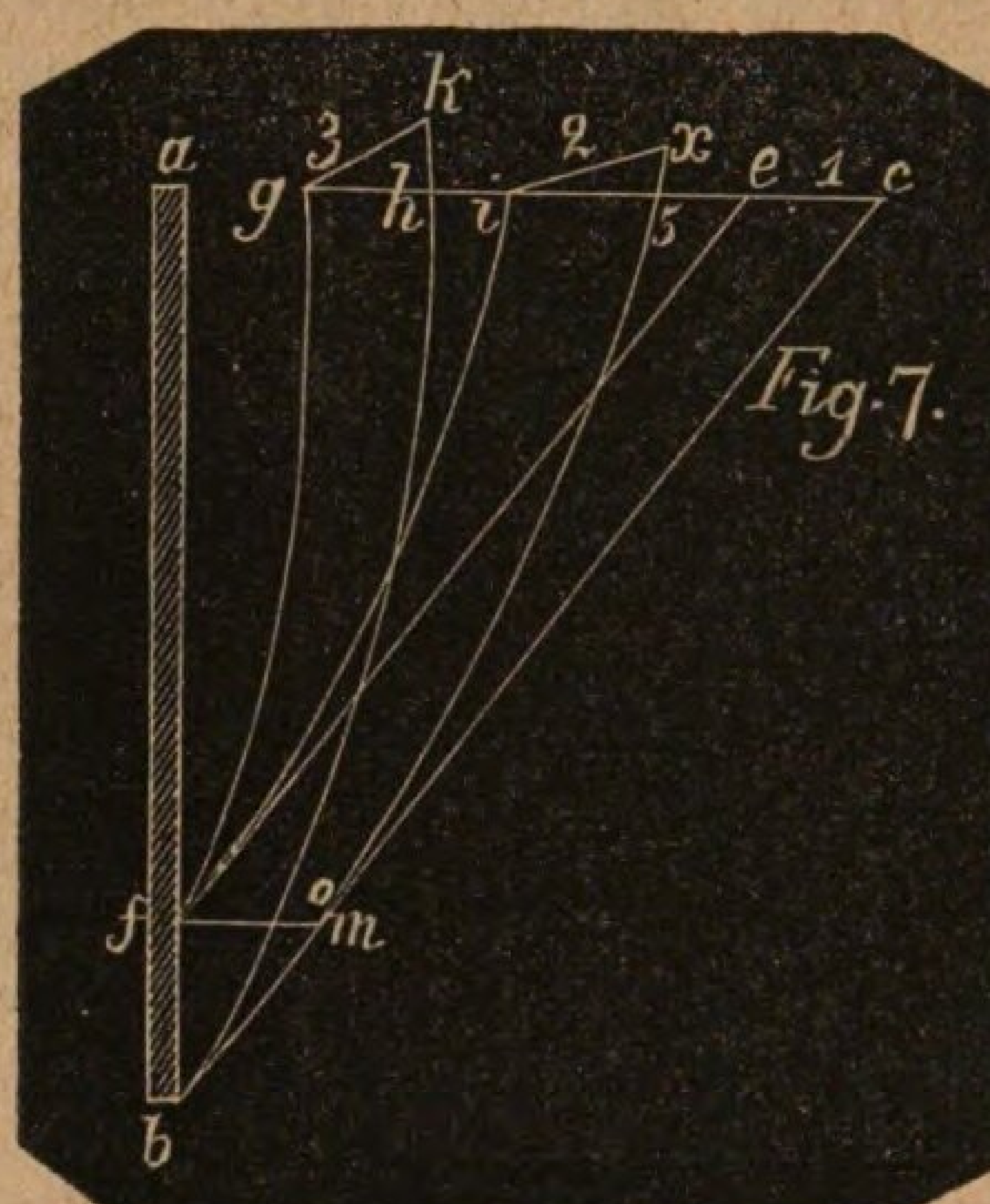
sein. Dagegen entspricht die Anziehung des Elementes *b*, soweit sie *a* und *c* verbindet, nach der Ausdehnung oder Auseinanderziehung der Elemente *a* und *c* der Linie *ad* (Figur 6), während sie früher wegen des kleineren Winkels (Figur 5) schwächer war. Also wächst die Kraft, wodurch die Elemente, nachdem die Ausdehnung erfolgt ist, von dem Zerreissen abgehalten werden, und zwar in geradem Verhältniss der Linie *ad*, d. h. nach der Grösse der Ausdehung. [5])

Lehrsatz V.

Das Gesetz, wonach erfahrungsgemäss bei der Zusammendrückung elastischer Körper die Räume den Kräften verhältnissmässig entsprechen, stimmt genau mit meiner aufgestellten Hypothese.

Was man bei harten Körpern gemeinhin eine Zusammendrückung nennt, sollte eher eine Verbreiterung oder Ausdehnung genannt werden, da es selbstverständlich ist, dass harte Stoffe viel weniger wie das Wasser durch Druck auf einen engern Raum zusammengepresst werden können. Es soll also ein elastischer Körper *f*, *e*, *c*, *b* (Figur 7) in die Mauer *ab* mit *fb*

fest eingefügt sein und dann gegen die Mauer so gedrückt werden, dass er in die Lage *ixfb* kommt. Hier behaupte ich nun zunächst, dass der äussere Rand des elastischen Körpers *bc* auf diese Weise etwas ausgedehnt werde und dass mit der Zunahme dieser seiner Ausdehnung auch die drückende Kraft in diesem



Falle zunehmen muss. Ferner werden die Kräfte, durch welche der elastische Körper seiner Befestigung *ab* näher gebracht wird, nach meinen aufgestellten Sätzen sich wie diese Entfernungen verhalten, so lange der Druck ein mässiger bleibt.

Wenn daher der elastische Körper durch eine drückende Kraft in die zweite Lage gebracht wird und um den Raum *cs* der Mauer näher gebracht wird, so wird der Abschnitt *ec* die Lage *ix* erhalten. Wenn man nun durch die Dicke die Linie *is* dem Abschnitt *ec* parallel zieht, so wird $if = so = cm$ und *xo* ist um den Theil *xs* durch die Ausdehnung grösser, als der Rand *cm* geworden. Fährt man nun mit diesem Druck fort, bis der elastische Körper in die dritte Lage *zkfb* gebracht ist, und zieht man *gh* ebenfalls mit *ec* parallel, so wird die Grösse der Ausdehnung *kh* grösser als die Ausdehnung *xs* sein. Hiemit erhellt, wie in Gemässheit des oben Dargelegten die dritte Lage eine stärker drückende Kraft als die zweite Lage verlangt.

Indess ist nun zu ermitteln, wie die Kräfte sich zu den Räumen, in welchen die Körper zusammengedrückt worden, verhalten. Der Rand xb der zweiten Lage ist zwar ein wenig eingebogen; indess kann er bei mässigem Druck für geradlinig gelten; ebenso die Linie kb der dritten Lage. Man nehme ferner an, dass der wagerechte Durchschnitt des elastischen Körpers ec (Fall 1) bei seiner Verlängerung durch die Punkte i und g geht, was man hier ohne Irrthum thun kann, weil bei einem mässigen Druck dies der Wahrheit sehr nahe bleibt. Hiernach ist in dem Dreieck ixs der Winkel x gleich dem Winkel c, weil der Abschnitt des elastischen Körpers derselbe wie im ersten Falle ist, und der Winkel s seinem Wechselwinkel o gleich ist; mithin sind die Dreiecke scb und ixs einander ähnlich. In gleicher Weise verhält sich bei dem Dreieck gkh (Fall 3) Alles wie bei dem Dreieck hcb, und daraus ergiebt sich folgender Schluss:

$$\begin{array}{c} ix : xs = bc : sc \\ kh : gk\ (= ix) = hc : bc \\ \hline xs : kh = sc : hc \end{array}$$

d. h. die Grössen xs und kh, um welche der äusserste Rand bc des elastischen Körpers ausgedehnt wird, verhalten sich wie die Räume der Zusammendrückung sc und hc.

Da nun aus Lehrsatz IV. folgt, dass bei meiner Hypothese die ausdehnenden Kräfte mit der Grösse der Ausdehnung in gleichem Verhältnisse stehen müssen, so erhellt für diesen Fall, dass die den elastischen Körper zusammendrückenden Kräfte sich wie die Räume der Zusammendrückung verhalten. — Diese meine Ergebnisse bestätigen vortrefflich das, was De la Hire in den Verhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris im Jahre 1705 über die beobachteten Zusammendrückungen elastischer Körper bekannt gemacht hat. Bei genauer Prüfung wird man kaum eine andere Hypothese aufstellen können, die mit diesen Beobachtungen so genau und passend übereinstimmte.[6])

Allgemeiner Zusatz.

Jeder Körper also wird, wenn ich Recht habe, in seinen festen Theilen vermittelst eines elastischen Stoffes wie vermittelst eines Bandes zusammengehalten. Die elementaren Theilchen ziehen, obgleich sie durch diesen eingemengten Stoff an ihrer unmittelbaren Berührung gehindert sind, sich doch vermittelst desselben an und werden fester mit einander verbunden, als es durch die unmittelbare Berührung geschehen könnte. Denn die Berührung der Theilchen, die meist rund sind, kann bei solcher Gestalt nur an einem Punkte geschehen und muss deshalb ungleich schwächer gegen einen Zusammenhang sein, der sich über ihre ganze Oberfläche erstreckt.

Bei ihrer Annahme kann die Lage der einzelnen Elemente sich ändern, ohne dass ihr Zusammenhang aufgehoben wird, und es erhellt zugleich, wie mit theilweiser Beseitigung dieses einenden Stoffes die Elemente näher aneinander rücken und die Raumgrösse des Körpers vermindern können, und wie umgekehrt, bei Vermehrung der Menge dieses Stoffes oder seiner Elastizität, der Körper an Raumgrösse zunehmen und seine Theilchen sich von einander ohne Verlust des Zusammenhanges entfernen können, welche Umstände für die Lehre des Feuers von der grössten Bedeutung sind. [7])

Zweiter Abschnitt.

Ueber den Stoff des Feuers und seine Veränderungen, die Hitze und Kälte.

Lehrsatz VI.

Eine Erfahrung.

Die Gegenwart des Feuers macht sich zunächst durch die Verdünnung aller sowohl

flüssiger wie harter Körper bemerkbar, und zwar nach allen Richtungen; sodann, wenn der Zusammenhang allmählich geschwächt ist, durch völlige Auflösung dieses Zusammenhanges der Körper und endlich durch Zerstreuung ihrer Theile in Dunst. Dagegen vermindert die Kälte den Umfang der Körper, vermehrt den Zusammenhang, macht das Dehnbare und Biegsame, spröde und das Flüssige hart. Die Hitze wird hauptsächlich bei harten und spröden Körpern durch Reiben oder Schlagen erzeugt. — Sie kann in keinem Körper ohne Ende zunehmen. Kein Körper, der bei seinem Warmwerden zu wallen beginnt, kann den Hitzegrad des Kochens übersteigen; wenn er aber bei dem Verbrennen in Flamme geräth, so erreicht er meist einen höheren Hitzegrad.

Die übrigen wichtigern Erscheinungen der Wärme erwähne ich hier nicht, da sie zum Theil in dem Folgenden vorkommen werden.[8])

Lehrsatz VII.

Der Stoff des Feuers ist nur ein elastischer (im vorigen Abschnitt beschriebener) Stoff, welcher die Elemente jedweden Körpers, mit dem er vermengt ist, zusammenhält; seine wellenförmige oder zitternde Bewegung ist das, was man Wärme nennt.

Die Erfahrung lehrt (Lehrsatz VI.), dass jeder geriebene oder geschlagene Körper warm wird und sich nach allen Richtungen hin verdünnt. Dies beweist die Gegenwart eines elastischen Stoffes, der in der Masse des Körpers enthalten ist und in Folge dieser Anregungen sich auszudehnen strebt. Ferner enthält jeder Körper, nach dem im ersten Abschnitt Bewiesenen, einen elastischen Stoff, der in seinen Zwischenräumen eingeschlossen ist und die Theilchen verbindet; derselbe kann daher in eine Wellenbewegung gebracht

werden und alle Erscheinungen des Feuers zeigen, und kann deshalb von dem Stoff des Feuers nicht unterschieden sein.

Dasselbe wird aus der Erscheinung des Aufwallens bewiesen.

Die durch die Hitze flüssig gewordenen Körper sind, wenn sie durch Verstärkung des Feuers zum Kochen gebracht worden sind, keines höheren Hitzegrades mehr fähig; sie entsenden in diesem Zustande grosse elastische Blasen, welche daher den Druck der Athmosphäre ertragen können, und dies geschieht ohne Aufhören, so lange das Feuer dazu drängt. Da diese Blasen keine elastische Luft enthalten und nur der Feuerstoff in den durch Hitze gesättigten Körper eindringt, so entsteht die Frage: weshalb, wenn vor dem Kochen die Hitze ebenfalls in das Wasser eingedrungen ist und doch dieses Elastische ausser einigen Luftblasen sich durch Nichts bemerkbar gemacht hat, dies plötzlich mit dem Moment des Kochens geschieht. Indess kann man leicht einsehen, dass derselbe elastische Stoff, den man Feuer nennt, und der vorher wie jetzt gleichmässig zwischen der Masse der heiss werdenden Flüssigkeit befasst ist, so lange, trotzdem dass er den Körper ausgedehnt hat, durch die Anziehung der Körperelemente zurückgehalten und zurückgedrückt worden ist und dadurch hängen geblieben ist, als er in Verbindung mit der Kraft der Wellenbewegung noch nicht stärker als die Anziehung der Elemente geworden war; ist er aber so kräftig geworden, dass er diese Anziehung durch seine elastische Kraft überwindet, so erhellt, dass aller Feuerstoff, der nun hinzutritt, vermöge seiner nun freien Elastizität sofort, nachdem er eingetreten, durch die Flüssigkeit hindurchfahren wird, da der Druck des Feuerstoffes innerhalb jedes heissen Körpers dies ergiebt. Es ist deshalb hier nichts vorhanden, was einen Zweifel gegen meine Hypothese erwecken könnte. [9])

Lehrsatz VIII.

Der Wärmestoff ist nichts Anderes als der Aether (oder Lichtstoff), welcher durch die starke Anziehung (oder Anhängung) der Körper in deren Zwischenräumen zusammengepresst ist.

Zunächst ziehen alle dichten Körper das Licht in ungeheurer Stärke an, wie Newton aus den Erscheinungen der Refraction und Brechung des Lichts dargelegt hat. Es geschieht dies in so starkem Maasse, dass nach den Berechnungen dieses unvergleichlichen Mannes diese Kraft der Anziehung in einer an die Berührung grenzenden Nähe zehntausend Billionen mal die Schwerkraft übersteigt. Da nun der Lichtstoff elastisch ist, so kann durch diese ungeheure Kraft der Lichtstoff auch in etwas kleinere Räume gebracht, d. h. zusammengepresst werden, und da die Theilchen der Körper dem Lichtstoffe überall begegnen, so hat man keinen Grund, an der Identität jenes elastischen Stoffes, den ich in den Körpern nachgewiesen habe, und dieses Aethers zu zweifeln.

Sodann bemerkt man, dass dieselben Stoffe, welche vorzugsweise durch eine starke Kraft, das Licht zurückzuwerfen, sich auszeichnen, auch zur Aufnahme einer grossen Wärme, wenn man Feuer in ihre Nähe bringt, geeignet sind. Damit offenbaren sie, dass dieselbe Anziehung, welche das Licht mit sich zu verbinden strebt, auch, den mit ihr auf das innigste geeinten Feuerstoff festhält. Denn die Oele, welche nach den Versuchen Newton's und Anderer durch ihre Kraft die Lichtstrahlen viel stärker, als es ihrer specifischen Schwere entspricht, brechen, d. i. anziehen, sind auch eines ihre specifische Schwere weit übersteigenden Grades der Kochhitze fähig, wie z. E. das Therebinthen-Oel. Oele sind nun auch die eigenthümlichen Ernährer der Flamme, und da sie in diesem Zustande das Licht nach allen Richtungen aussenden, so beweisen sie damit, dass der Stoff der Wärme und des Lichts mög-

lichst mit einander übereinstimmen oder vielmehr sich nicht unterscheiden.

Ebendasselbe wird durch die Durchsichtigkeit des Glases wahrscheinlich.

Wenn man der Hypothese beitritt, die den Gesetzen der Natur am meisten entspricht und kürzlich durch den berühmten Euler in neuer Weise verstärkt worden ist, wonach das Licht kein Ausfluss der leuchtenden Körper ist, sondern ein sich fortpflanzender Druck eines überall verbreiteten Aethers, und wenn man den Ursprung der Durchsichtigkeit des Glases erwägt, so wird man einräumen müssen, dass dieser Aether offenbar mit dem Stoffe des Feuers verwandt oder vielmehr identisch ist; denn das Glas ist nur Potasche, d. h. aus Asche, die mit einem starken alkalischen Salze und mit Sand durch die Kraft des Feuers zusammengeschmolzen ist, gebildet. Da nun dies Aschensalz durch das lange und starke Brennen die Vereinigung des Feuerstoffes mit sich unterstützt, und wenn es mit dem Sand sich mischt, durch die ganze Masse des Glases dieses elastische Feuer-Prinzip verbreitet, da es auch nicht wahrscheinlich ist, dass ein solcher Körper, wenn er aus dem Flüssigkeitszustand verhärtet, nach allen Richtungen hin immer offene und geradlinige Durchgänge behufs Durchlassung des Lichtes haben wird, so erhellt, dass, wenn dessenungeachtet der Stoff des Lichtes sich durch die Glasmasse fortpflanzt, der Lichtstoff den Glastheilen selbst eingemengt sein und einen Theil des ganzen Stoffes mit ausmachen muss. Da nun aber, wie wir gesehen, der Feuerstoff einen beträchtlichen Theil des Glases ausmachen und reichlich zwischen dessen dichten Elementen zerstreut sein muss, so ist es kaum zweifelhaft, dass der Stoff der Wärme mit dem Aether, d. h. mit dem Elemente des Lichts derselbe ist. 10)

Lehrsatz IX.

Den Grad der Hitze zu messen; d. h. das Verhältniss der verschiedenen Hitzegrade gegen einander in Zahlen auszudrücken.

Amontons, das berühmte Mitglied der Pariser Akademie, hat zuerst die Auflösung dieser Aufgabe folgendermassen entdeckt. Da die Kraft des Feuers sich wesentlich in der Verdünnung der Körper geltend macht, so scheint es passend, durch eine zusammendrückende Kraft, welche sich dieser Verdünnung ententgegenstellt, die Grösse jener zu messen.

Da man nun bei der Luft bemerkt, dass sie, wenn ihre Wärme auch noch so sehr vermindert wird, jeder drückenden Kraft nachgiebt und im Umfange abnimmt, man also mit Recht ihre ganze Elastizität blos von der Wärme ableiten kann, so rieth jener berühmte Mann auf Grund dieser Annahme, den Grad der Wärme durch die elastische Kraft der dieser Wärme ausgesetzten Luft zu messen, d. h. durch ein Gewicht, welches die Luft von gleicher Wärme bei gleicher Raumerfüllung zu tragen vermag.

Anmerkung.

Fahrenheit bemerkte nach dem Bericht von Boerhave zuerst die Eigenthümlichkeit der am Feuer in das Kochen gerathenden Flüssigkeiten, wonach dieser Wärmegrad bei einem grösseren Druck der Atmosphäre grösser wird, während bei einem geringen Luftdruck der Siedepunkt schon bei einem niedrigeren Wärmegrad eintritt.

Dasselbe hat Monnier nach dem Bericht der Pariser Akademie gefunden, als er mit einem Thermometer nach Réaumur zuerst in Bordeaux und dann auf dem Gipfel des *Pic du midi*, wo das Barometer acht Zoll tiefer als an jenem Orte stand, die Wärme des kochenden Wassers und die Höhe dieses Punktes über den Gefrierpunkt untersuchte. Der Gefrierpunkt

stand an beiden Orten gleich; dagegen war der Siedepunkt auf dem Berge um $^{15}/_{180}$ der Höhe niedriger, um welche der Siedepunkt des Wassers den Eispunkt in Bordeaux bei 28 Zoll hohem Barometerstande überstieg. Hiernach ist die Hitze des Siedepunktes hier um $^{1}/_{12}$ grösser als die des Siedepunktes auf dem Berge, welches Mehr durch ein Mehrgewicht von ungefähr $^{1}/_{3}$ des Gewichts der Atmosphäre herbeigeführt wird. Daraus erhellt, dass die Entfernung des grossen Gewichts der Atmosphäre dem kochenden Wasser $^{1}/_{4}$ der Wärme, welche zwischen dem Siedepunkte und Gefrierpunkte liegt, entziehen würde. Da man sonach dem kochenden Wasser durch Aufhebung des Luftdrucks einen schwächern Wärmegrad, durch Hinzufügung dieses Druckes aber einen grösseren ertheilen kann, und das Gewicht der Atmosphäre nichts weiter thut, als gegen die Wellenbewegung der Feuertheilchen ein Gegengewicht zu bilden, wenn die Anziehung der Elemente des Wassers selbst dazu nicht mehr zureicht, so kann man daraus abnehmen, mit welcher elastischen Kraft der Aether bei dem Siedepunkte sich aus der Verbindung des Wassers zu lösen strebt, und durch welche Anziehung der Elemente (und wo diese fehlt, durch welchen äussern Druck) der Aether zurückgehalten werden kann. Denn da nach dem erwähnten Amontons die Wärme des Gefrier- und die des Siedepunktes kaum um $^{1}/_{3}$ dieses Druckes unterschieden sind, und da der vierte Theil dieser Wärme, welche den Unterschied zwischen dem Siedepunkt und Gefrierpunkt bildet, ein Gewicht verlangt, welches dem ganzen Atmosphärendruck gleich kommt, so folgt, dass es eines 12fachen Atmosphärendruckes bedarf, um der ganzen Hitze des Aufkochens das Gleichgewicht zu halten, und dass daher die Anziehung der Elemente des Wassers dem Drucke von 11 Atmosphären gleich kommt. Hieraus kann man die Anziehung derselben in dem Gefrierpunkte und noch vielmehr die ungeheure Anziehung der Metalle behufs Zusammendrückung des elastischen Aethers entnehmen.

Secondat stellte dieselbe Beobachtung an und fand die Verdünnung des Wassers auf dem erwähnten

Berge grösser, und geringer in Bordeaux, in Verhältniss von $^1/_{24}$ des ganzen Umfanges zu $^1/_{35}$ desselben, und wenn die Rechnung hiernach ausgeführt wird, genau in dem entsprechenden Verhältniss des Gewichts der Atmosphäre von 20 : 28. In diesem erwähnten Falle hat also der hartnäckige Widerstand des Wassers gegen jede Zusammendrückung, welche von der Cimentinischen Akademie durch Versuche festgestellt worden ist, nicht Statt. 11)

Lehrsatz X.

Die Natur und Ursache der Verdunstung oder des Dampfes aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

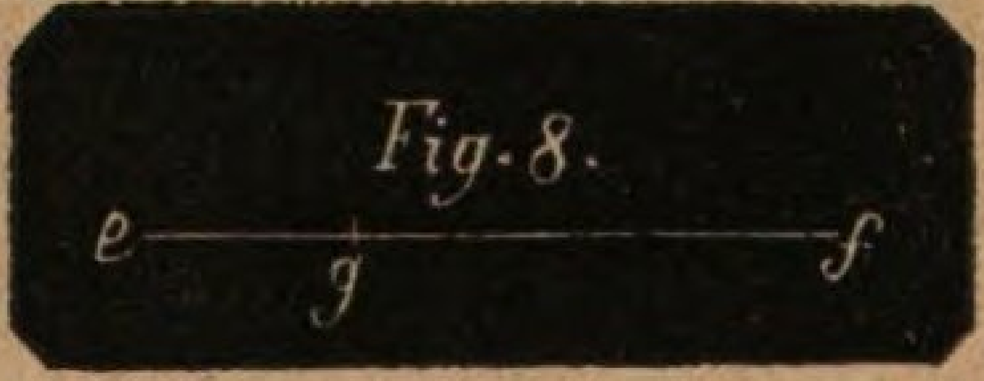
Die Natur des Dampfes.

Die Ausdünstungen, die nur aus den feuchten Theilchen bestehen, welche aus der Oberfläche der Flüssigkeiten sich abtrennen und in der Luft schwimmen, haben die eigenthümliche und beinahe wunderbare Natur, dass, so sehr auch die Theilchen einer gleichartigen Flüssigkeit, wenn sie mit einander in Berührung kommen, sich begierig vereinen und in eine Masse von selbst zusammenfliessen, sie dennoch, wenn sie einmal zur Feinheit des Dampfes sich aufgelöst haben und von dem nöthigen Wärmegrad angeregt sind, der Berührung und gegenseitigen Vereinigung entfliehen und, um mich des Ausdruckes von Newton zu bedienen, einander kräftig zurückstossen, so dass keine Kraft so stark gefunden werden kann, die sie zusammenpressen und gegen ihr Bestreben sie zur Vereinigung treiben könnte. So zerbricht der Wasserdampf, wenn er von dem Feuer etwas bewegt ist, selbst die festesten Gefässe, und alle Dämpfe überhaupt entwickeln, je nach ihrer Natur, oft eine wunderbare Elastizität.

Die Ursache.

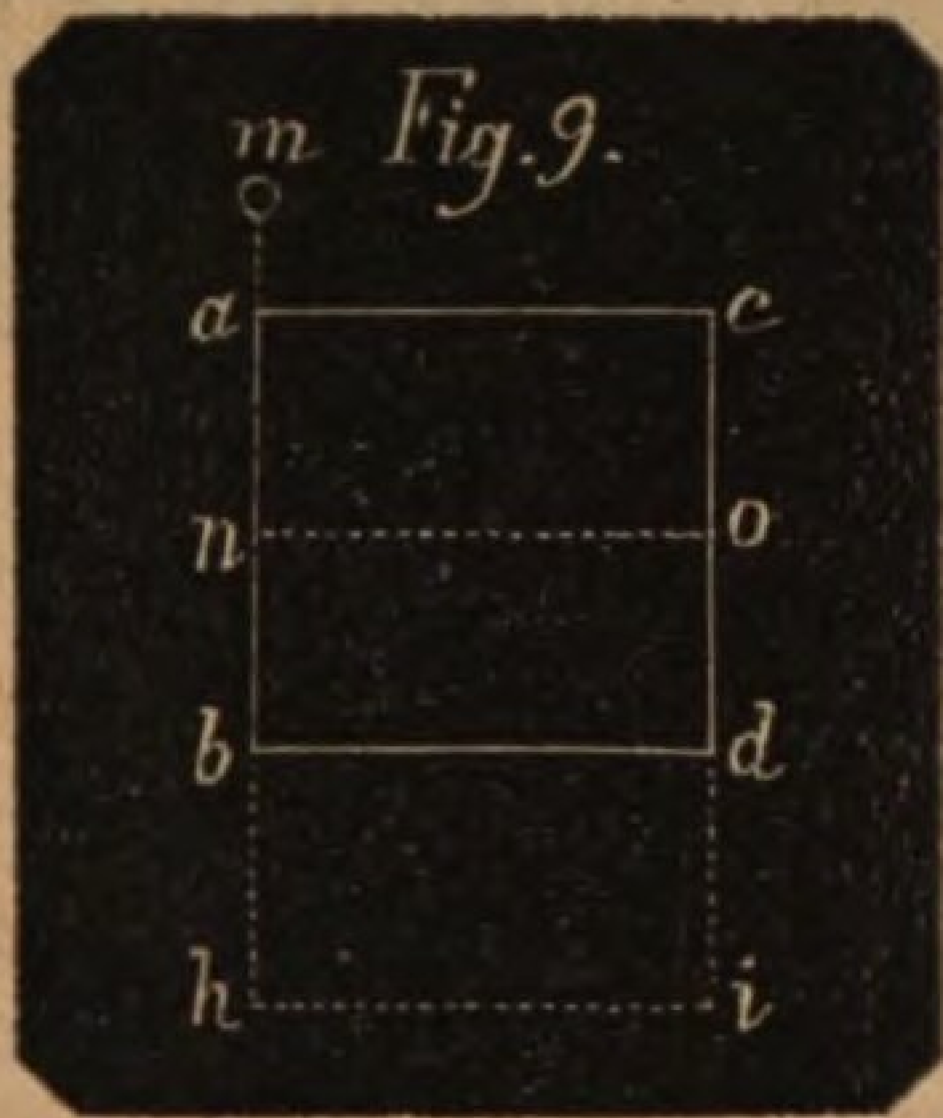
Der Grund dieser Erscheinung ist, wenigstens wie mir scheint, von den Naturforschern noch nicht genügend erkannt worden; ich versuche deshalb, ihn zu ermitteln.

Die feinsten Häutchen, die von der Oberfläche des Wassers sich losreissen und sich zu Bläschen gestalten, die man kaum durch das Mikroscop erkennen kann, sind die Elemente des Wasserdampfes. Was ist nun die Ursache, weshalb mehrere solcher feinen Bläschen bei etwas starker Erregung durch Hitze, ihre Berührung so sehr fliehen? Ich werde es sogleich erklären. Denn nach den Sätzen meiner Theorie enthält das Wasser ebenso, wie alle anderen Körper, in seiner Masse den elastischen Stoff des Aethers, und zwar durch Anziehung zusammengedrückt; auch erhellt aus den früheren Beweisen, dass diese Anziehung nicht blos bei der Berührung, sondern auch bei einer gewissen Entfernung Statt hat, so dass die Theilchen bei dem entsprechenden Punkte der Annäherung gegenseitig an einander gebunden bleiben, wenn die anziehende Kraft der abstossenden, aus der Wellenbewegung der Wärme hervorgehenden Kraft das Gleichgewicht hält; sollte auch die Anziehung an sich auf eine etwas grössere Entfernung sich erstrecken. Diese Entfernung soll durch die kleine Linie *ef* (Figur 8) ausgedrückt sein, die



man sich sehr klein vorzustellen hat, und die Nähe der so gebundenen Wassertheilchen soll dem kleinen Stück *eg* proportional sein. Das Parallelopipedum *abcd* (Figur 9) soll ferner eine kleine Menge Wasser vorstellen, dessen Dicke *ba* so gross ist, dass sie der Linie *ef* (Figur 8) gleich ist. Da nach den Voraus-

setzungen des Lehrsatzes die Anziehung der Wasserelemente nicht über die Entfernung *ba* = *ef* hinausgeht, so wird das im Punkte *a* befindliche Element die Anziehung aller durch die ganze Dicke vertheilten Elemente empfinden und daher so fest, als es die



Natur des Flüssigen gestattet, anhängen, und diese Anhängung würde auch nicht fester werden, wenn man auf diese Menge Wasser noch eine andere *bhid* (Figur 9) aufsetzte. Wird aber das Element nur ein wenig, wie *am*, entfernt, so wird es nicht von der ganzen Wassermenge, sondern nur von dem Theile *anoc* angezogen und würde deshalb seine Vereinigung mit geringer Kraft erstreben. Wenn das Parallelopiped (Figur 9) in ein anderes, viel kleineres *hkrs* (Figur 10) umgewandelt wird, so wird jedes Wassertheilchen, was dem Punkt *h* nahe gebracht wird, viel schwächer angezogen werden, und da selbst der in diesen Häutchen enthaltene Aether bei der so vergrösserten Oberfläche sich grösstentheils befreien wird, so erhellt, dass in diesem Zustande das Element *a*, welches durch das Hin- und Herwogen der Wärme in Bewegung gesetzt worden, von dem Punkte *h* viel weiter abgeführt werden wird, als es unter der vorigen Bedingung geschehen musste, und je feiner das Häutchen ist, mit desto grösserer Kraft wird es der Berührung auszuweichen suchen. Da ferner das dünne Häutchen *hkrs* (Figur 10) in dieser Gestalt, wenn es sich selbst überlassen ist, sich sofort in die Kugelgestalt umwandeln

würde, und nachdem so die Dicke von allen Seiten zugenommen hätte, es kräftiger geworden wäre, sich mit andern in derselben Nähe, wie vorher, zu vereinigen, so ist es nothwendig, wenn es selbst das

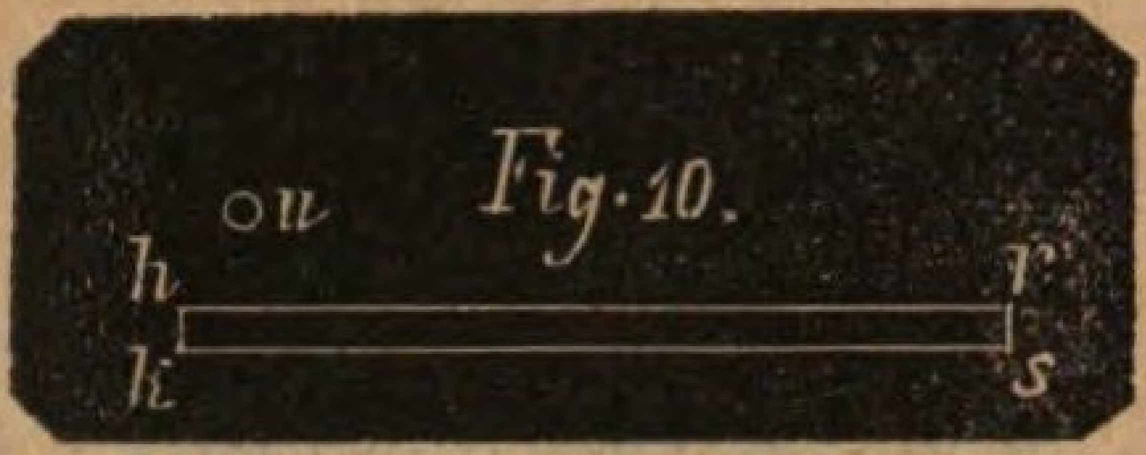


Fig. 10.

Merkmal des Dampfes sich erhalten will, dass es sich in die Form einer Blase umwandle (Figur 11), und zwar mit einem dadurch verminderten Durchmesser *a b* und kleinerer Dicke, so dass die Entfernung der Punkte *a* und *b* an den Enden des Durchmessers geringer ist als die Entfernung *b e*, bei welcher diese Punkte durch die abstossende Kraft des Aethers, die der anziehenden

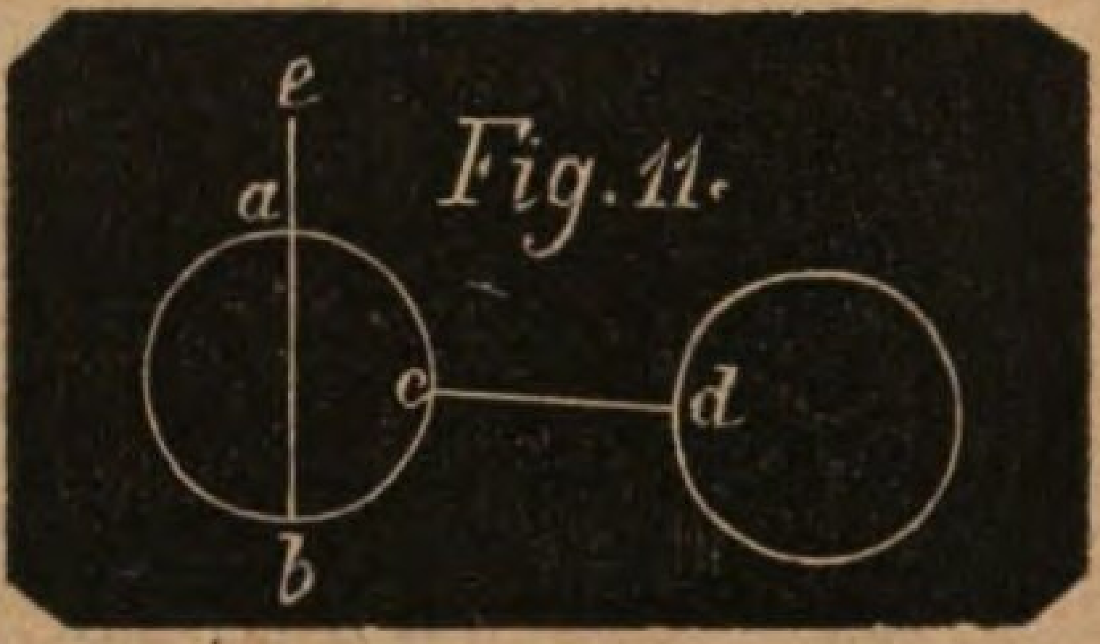


Fig. 11.

Kraft gleich käme, sich gegenseitig in Ruhe verhalten würden, wenn es ihnen frei stände, sich auszudehnen. In diesem Zustande wird deshalb die Blase eine Ausdehnung erstreben und ein Element des elastischen Dampfes bilden. Der Abstand *cd* (Figur 11) zweier gleichartiger Bläschen wird immer dem Durchmesser *ab* gleich sein, wie aus dem Erwiesenen erhellt. [12])

Lehrsatz XI.

Die Natur der Luft und die Ursache ihres elastischen Prinzips zu ermitteln.

Die Luft ist eine elastische Flüssigkeit und vielleicht tausendmal leichter als das Wasser; ihre ausdehnende

Kraft ist der Wärme proportional, und ihre Ausdehnung vom Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte beträgt bei ungeändertem Druck der Atmosphäre ohngefähr ein Drittel von der Raumgrösse die sie bei dem Siedepunkte einnimmt. Diese Erscheinungen haben nichts, was nicht auch anderen Dämpfen zukommen könnte, ausgenommen, dass die meisten Dämpfe bei einem Kältegrad, wo die Luft ihre Elasticität noch behält, sich verdichten und kein Zeichen einer ausdehnenden Kraft mehr bemerken lassen. Wenn man indess bedenkt, dass die Feinheit des Dampfhäutchens mit die Ursache sein kann, dass die Luft selbst bei einem geringeren Wärmegrad eine erhebliche Elasticität zu zeigen vermag, so erhellt, dass man die Hülfe der Analogie hier nicht sofort leichtsinnig und vorschnell aufgeben darf, sondern dass man vielmehr versuchen muss, ob man nicht Zweierlei aus demselben Prinzip ableiten und damit eine zu grosse Vervielfachung der Prinzipien vermeiden könne.

Die Erscheinungen, welche hier der Spürkraft des Verstandes die Fackel vortragen, sind die folgenden:

Alle Körper, welche aus der Anfügung kleinster Theilchen vermittelst eines öligen oder salzigen Prinzips gebildet sind, z. B. alle Pflanzen, der Weingeist, die Blasensteine, ferner sehr viele Salze, namentlich der Salpeter, entlassen eine ungeheure Menge elastischer Luft, wenn sie einem starken Feuer ausgesetzt werden, wie Hales in seiner Statik der Pflanzen durch merkwürdige Versuche dargelegt hat. Es hat sich ergeben, dass diese Luft einen erheblichen Theil des festen Stoffes, mit dem sie verbunden ist, bildet; so bildet sie im Hirschhorn $^1/_7$, im Eichenholz ungefähr $^1/_3$, im Rheinischen Weingeist $^1/_3$, im Salpeter $^1/_8$, im thierischen Weinstein, d. h. in dem Blasenstein bei den Menschen mehr als $^1/_2$ der ganzen Masse. Selbstverständlich hat die aus diesen Körpern durch das Feuer ausgetriebene Luft, so lange sie ein Theil der Masse war, noch nicht die Natur der Luft gehabt, d. h. sie war noch keine Flüssigkeit, welche eine ihrer Dichtheit proportionale Elasticität besass; denn sonst würde sie durch die Kraft einer nur mittelmässigen Wärme sich unaufhalt-

sam in einen grössern Raum ausgedehnt und den ganzen Zusammenhang des Körpers vernichtet haben. Also zeigt der aus den Zwischenräumen des Körpers herausgetriebene Stoff, der bis dahin nicht elastisch war, die Elasticität erst, wenn er frei geworden. Da aber es gerade die Eigenthümlichkeit der Dämpfe ausmacht, dass sie nach Trennung von der Masse, mit der sie vereinigt waren, die elastische Kraft zeigen, so kann man, wenn auch nicht mit voller Gewissheit, doch mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die Luft nur jener aus den Körpern gelöste Dampf ist, der, wenn er zur höchsten Feinheit gebracht worden ist, sich bei jedem Wärmegrad erhält und eine kräftige Elasticität besitzt.

Vieles und Erhebliches befestiget mich in dieser Ansicht; denn weshalb wird nur aus Körpern, welche eine erhebliche Menge von Oel, also auch von Säure in sich enthalten, die Luft durch Entzündung herausgetrieben? Ist nicht die Säure das stärkste und kräftigste Prinzip, was durch seine Anziehung den Aether zusammendrängt, wie ich oben dargelegt habe? Ist dieses Prinzip nicht das Band für jene konkreten Körper und gleichsam ihr Leim? (d. h. der wahre Magnet des Aetherstoffes, der alle Körper zusammenhält); und wenn diese Säure aus der engen Verbindung mit dem Stoffe durch eine sehr grosse Kraft des Feuers ausgetrieben wird, sollte der Stoff da nicht in die feinsten Häutchen sich sondern und trennen? Wie kann man also zweifeln, dass er auf diese Weise eine elastische Flüssigkeit bildet, die selbst bei dem geringsten Grad von Wärme sich ausdehnt und selbst bei der Zusammenziehung durch die grösste Kälte (die ja niemals die Wärme ganz aufhebt) seine Elasticität nicht verliert? Damit ist also die Schwierigkeit beseitigt, die bei dem Wasserdampfe darin besteht, dass dieser bei einer geringen Kälte zusammenfliesst, und weshalb Hales die ausgetriebene Luft als einen Stoff annahm, der von der Natur der Dämpfe durchaus verschieden sei. Somit bietet sich hier den Naturforschern eine Annahme, welche im hohen Grade eine genaue Untersuchung verdient, nämlich, dass die Luft die feinste

Ausdünstung der durch die ganze äussere Natur verbreiteten Säure ist, die selbst bei dem geringsten Grade von Wärme noch Elasticität zeigt.

Wenigstens ist bei Zugrundelegung dieser Ansicht leicht einzusehen, weshalb der Salpeter, wenn er durch ein starkes Feuer erhitzt wird, eine so ungeheure Menge elastischer Luft aus sich entlässt; denn die feinste Säure, wenn sie sich von den gröberen Theilen trennt und in den feinsten Dampf umwandelt, ist ja die Luft selbst. Ebenso erklärlich ist es, weshalb die Stoffe, welche dem Feuer am hartnäckigsten widerstehen, die grösste Menge Luft bieten und aus sich entlassen; weshalb auch der Weinstein mehr als der Salpeter hergiebt; denn von den Stoffen, die am langsamsten und mit dem meisten Widerstreben die von ihnen innerlich befasste Säure frei geben, trennt sich dieser in der Gestalt der feinsten Häutchen, so dass er einen so beweglichen elastischen Gegenstand bilden kann, wie die Luft ist. Wo dagegen der Dampf in grösserem Maasse austritt, bleibt er auch gröber und kann bei steigender Kälte seine Elasticität nicht bewahren. [13])

Die Uebereinstimmung dieser Hypothese mit den Barometer-Beobachtungen.

Aus dieser Hypothese erklärt sich auch die allgemein als räthselhaft geltende Eigenthümlichkeit der Luft in grösseren Höhen. Nach den Verhandlungen der Pariser Akademie haben M a r a l d, C a s s i n i und Andere gefunden, dass das Mariottische Gesetz, wodurch die Zusammendrückung der Luft der Grösse des Druckes proportional ist, in grösseren Höhen nicht mehr gilt; vielmehr fanden sie, dass die Dichtigkeit der Luft geringer war, als sie in Vergleich mit dem Gewicht der niedern Luft nach diesem Gesetz hätte sein sollen. Hieraus ergiebt sich, dass die höhere Luft nicht aus Theilchen gleicher Art, die nur weniger zusammengedrückt sind, besteht, sondern aus Elementen, die an sich specifisch leichter sind; denn es bedarf einer grössern

räumlichen Mengen derselben, damit sie bei gleichem Druck dasselbe Gewicht geben. Wenn sonach die Luft in den verschiedenen Höhen aus verschiedenen Substanzen besteht, ein Umstand, den man sonst bei andern Dingen derselben Gattung auf der Erde nicht antrifft, so erhellt, dass die Elemente der Luft nicht eine besondere Gattung ausmachen, sondern dass die Luft nur als die besondere Form gelten kann, unter der ein anderes Element, nämlich, meines Erachtens, die flüssige Säure sich offenbart. Nimmt man dies an, so kann es nicht auffallen, wenn gewisse Theilchen eines solchen Dampfes (je nach der verschiedenen Dicke der Häutchen) schwerer als andere sind, und wenn die leichtesten die höchste Stelle einnehmen. [14])

Lehrsatz XII.

Die Natur der Flamme aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

1. Die Natur.

Die besondere Natur der Flamme, im Unterschied von andern Feuerarten, besteht darin:

Jeder Körper brennt nur an der Oberfläche, und das Nährmittel der Flamme ist das Oel, mithin eine sehr heftige Säure, welche der elastischen Bewegung als Prinzip dient.

Die Flamme ist nur ein Dampf, welcher bis zu jenem Grade des Feuers gebracht ist, dass er mit hellem Licht erglüht und nur erlöscht, wenn ihm die Nahrung ausgeht. Folgende Umstände sind es nun, welche die Flamme von jeder andern Art des Feuers durchaus unterscheiden:

1) Während die Wärme, die einem beliebigen zu erwärmenden Körper zugeführt wird, nach dem allgemeinen Gesetz der Natur durch die Mittheilung sich vermindert, gewinnt umgekehrt die Flamme selbst bei dem kleinsten Anfang eine unglaubliche Kraft, die in keine Grenzen eingeschlossen ist, so lange ihr die Nahrung nicht fehlt.

2) Das Feuer, was irgend einem entzündlichen Stoffe durch Erwärmung bis zu dem Kochen zugeführt werden kann, ist viel schwächer als das, was durch Verbrennen bemerkt wird.

3) Die Flamme verbreitet Licht, während die übrigen Körper, mit Ausnahme der Metalle, auch bei der stärksten Erhitzung ohne Licht bleiben.

2. Die Ermittelung der Ursache.

Der Grund dieser Erscheinungen ist, wenn ich im Rechte bin, folgender: Die Flamme besteht aus einem feurigen Dampfe, und nicht die ganze feste Masse verwandelt sich in die Flamme, sondern es brennt eigentlich nur seine Oberfläche. Da nun der Dampf die grösste Oberfläche und den geringsten Widerstand hat, um den Feuerstoff innerhalb seiner zurückzuhalten, so erhellt, dass er die aus dem geringsten Anlass empfangene wellenförmige Bewegung nicht allein sehr leicht fortpflanzen, sondern auch einem andern entzündlichen Stoffe ohne Rücksicht auf seine Grösse in gleicher Stärke allmählich mittheilen kann. Allerdings widerspricht diese Erscheinung auf den ersten Blick dem Grundgesetze der Mechanik, wonach die Wirkung immer der Ursache gleich ist; indess muss man erwägen, dass die erste Anregung selbst des kleinsten Funkens zur Erweckung der Flamme nur darin besteht, dass ein kleinster Theil des entzündlichen Dampfes zu der wellenförmigen Bewegung seines feurigen Elementes angeregt wird. Jedes in dieser Weise angeregte Element befreit sich mit grosser Gewalt und vollführt seine Schwingungen; dadurch erregt es auch die benachbarten und pflanzt auf diese Weise die Heftigkeit der Bewegung durch die ganze Masse fort. Es kann nicht auffallen, dass die Wirkung einer sehr kleinen Ursache hier zu einer ausserordentlichen Grösse ansteigt, weil die Elasticität des eingeschlossenen Aethers, der sich aus den Hemmungen der Anziehung befreit, auf diese Weise Wirkungen hervorbringt, von denen die Bewegung der vorgehenden

kleinen Flamme eigentlich nicht als die Ursache gelten kann; denn sie hängen eigentlich von der Anziehung des Oeles ab, dessen feine Zertheilung dem eingeschlossenen Stoffe die Gelegenheit gewährt, sich mit grosser Gewalt frei zu machen. Auch bildet der Dampf eine Flüssigkeit, welche in Folge des nicht mehr zusammengehaltenen elastischen Aethers freiere Schwingungen ausführen kann, und der sich in Folge des auf diese Weise ausgestossenen feurigen Stoffes mehr dazu eignete, theils die Körper zu erwärmen, theils mehr als andere feurige Körper Licht zu verbreiten.[15])

Schluss.

Indess beschliesse ich hiermit meine kaum angefangene kleine Schrift und will die durch schwerere Pflichten gebundenen Männer nicht länger aufhalten. Ich bitte für diese kleine Arbeit und mich selbst, um die Geneigtheit und das Wohlwollen der hochgeehrten philosophischen Fakultät.[16])

VII.

Der Nutzen
einer mit der Geometrie verbundenen
Methaphysik für die Natur-Philosophie.

Erste Abtheilung.
Die physische Monadenlehre enthaltend,

welche

unter Genehmigung der hochgeehrten philosophischen Fakultät im philosophischen Hörsaale behufs Erlangung der Erlaubniss zu Vorlesungen

M. Immanuel Kant vertheidigen wird.

Lucas David Vogel,
Student der Theologie aus Königsberg,
wird antworten,

und

Ludwig Ernst Borowski,
der Theologie Beflissener aus Königsberg,

Georg Ludwig Mühlenkampf,
der Theologie Beflissener aus Trempin bei Darkehmen,

und

Ludwig Johann Krusemark,
der Theologie Beflissener aus Kyritz in der Mark,
werden die Gegner sein. 1)

1756.

Vorwort.

Alle ausgezeichnetern Philosophen, welche der Erforschung der Natur sich zugewendet haben, sind darin einverstanden, dass man sich sorgfältig hüten müsse, leichtsinnig auf blosse Vermuthungen hin Etwas in der Naturwissenschaft aufzustellen, weil ohne die Stütze der Erfahrung und die Hülfe der Geometrie jede solche Mühe vergeblich sei. Kein Gedanke kann für die Philosophie nützlicher und heilsamer sein als dieser; indess vermag kein Sterblicher geradeaus auf die Wahrheit loszugehen; er muss bald nach links, bald nach rechts Umwege machen, und deshalb haben Manche diesen Rath so streng befolgt, dass sie bei Aufsuchung der Wahrheit sich nie auf das hohe Meer gewagt, sondern zur grösseren Sicherheit sich nur an den Küsten gehalten und Nichts zugelassen haben, was sich nicht aus dem Zeugniss der Erfahrung unmittelbar ergab. Bei einem solchen Verfahren kann man indess zwar die Gesetze der Natur, aber nicht den Ursprung und die Ursache dieser Gesetze kennen lernen. Denn wer nur bei den Erscheinungen der Natur stehen bleibt, dem bleibt die Erkenntniss der ersten Ursachen immer verschlossen, und er gelangt so wenig zur Erkenntniss des Wesens der Körper, wie Die, welche den Berg immer höher und höher hinansteigen, aber trotzdem den Himmel niemals mit ihren Händen erfassen werden.

Wenn daher auch die Meisten glauben, bei der Naturforschung der Metaphysik entbehren zu können, so bleibt sie doch hier allein die Helferin, welche das Licht anzündet. Denn die Körper bestehen aus Theilen,

und es ist von Wichtigkeit, dass man genau erkenne, wie diese Theile verbunden sind, und ob die Körper durch das blosse gemeinsame Dasein ihrer ersten Theile oder durch den gegenseitigen Kampf von Kräften den Raum erfüllen.

Aber wie soll bei diesem Geschäft die Metaphysik sich mit der Geometrie verbinden, da ein Greif eher mit einem Pferde, als die Transscendentalphilosophie mit der Geometrie sich möchte zusammenspannen lassen? Jene leugnet hartnäckig, dass der Raum ohne Ende theilbar sei, und diese behauptet dies mit derselben Gewissheit wie ihre übrigen Lehrsätze. Letztere behauptet, dass ein leerer Raum zur freien Bewegung nöthig sei; jene lässt dies nicht gelten; diese zeigt, dass eine Anziehung oder eine allgemeine Gravitation, die aus mechanischen Ursachen kaum zu erklären ist, von innern, den ruhenden Körpern einwohnenden und in die Ferne wirkenden Kräften ausgeht, und jene verweist dergleichen Annahmen unter die leeren Spiele der Einbildungskraft.

Obgleich die Ausgleichung dieser Gegensätze als keine kleine Aufgabe erscheint, habe ich doch einige Mühe darauf zu verwenden unternommen; Andere, deren Kräfte bei diesem Geschäft weiter reichen, mögen es zu Ende führen; ich bin schon zufrieden, dass ich den Anfang mache.

Schliesslich nur noch die Bemerkung, dass ein Prinzip für alle innern Vorgänge oder eine den Elementen einwohnende bewegende Kraft bestehen muss, die äusserlich wirksam ist, weil sie äusserlich gegenwärtig ist, und man sich keine andere Kraft behufs Bewegung von zugleich daseienden Dingen vorstellen kann, als eine solche, die diese Dinge entweder abzustossen oder anzuziehen strebt. Ferner ergiebt die Annahme einer blos abstossenden Kraft keine Verbindung der Elemente behufs Bildung von Körpern, vielmehr eine Zerstreung derselben; und umgekehrt ergiebt eine blose anziehende Kraft zwar die Verbindung, aber keine bestimmte Ausdehnung und keine Raumerfüllung der Körper. Deshalb kann man schon im Voraus einsehen, dass, wenn man diese beiden Ur-

kräfte aus der Natur der Elemente selbst und ihren ursprünglichen Erregungen abzuleiten vermag, man damit bereits ein Bedeutendes zur Erklärung der innern Natur der Körper geleistet haben wird.[2])

Der
physischen Monadologie

Erster Abschnitt,

worin gezeigt wird, dass das Dasein physischer Monaden sich mit der Geometrie verträgt.

Erster Satz.

Definition. Die einfache Substanz, welche Monade*) heisst, ist die, welche nicht aus mehreren Theilen besteht, welche einzeln für sich bestehen könnnen.

Satz II.

Lehrsatz. Die Körper bestehen aus Monaden.

Die Körper bestehen aus Theilen, die, von einander getrennt, einen dauernden Bestand haben. Da indess die Zusammensetzung für diese Theile nur eine Beziehung und deshalb eine für sie zufällige Bestimmung ist, welche ihres Bestandes unbeschadet beseitigt werden kann, so erhellt, dass man alle Zusammensetzung eines Körpers aufheben kann und dennoch alle seine Theile übrig bleiben, welche vorher mit einander verbunden waren. Wenn man aber alle Zusammensetzung aufhebt, so können die übrig bleibenden Theile keine Zusammensetzung mehr an sich haben; sie entbehren also einer Mehrheit der Substanzen und sind deshalb einfach. Daher besteht jeder Körper aus ursprünglichen, durchaus einfachen Theilen, d. h. aus Monaden. [3])

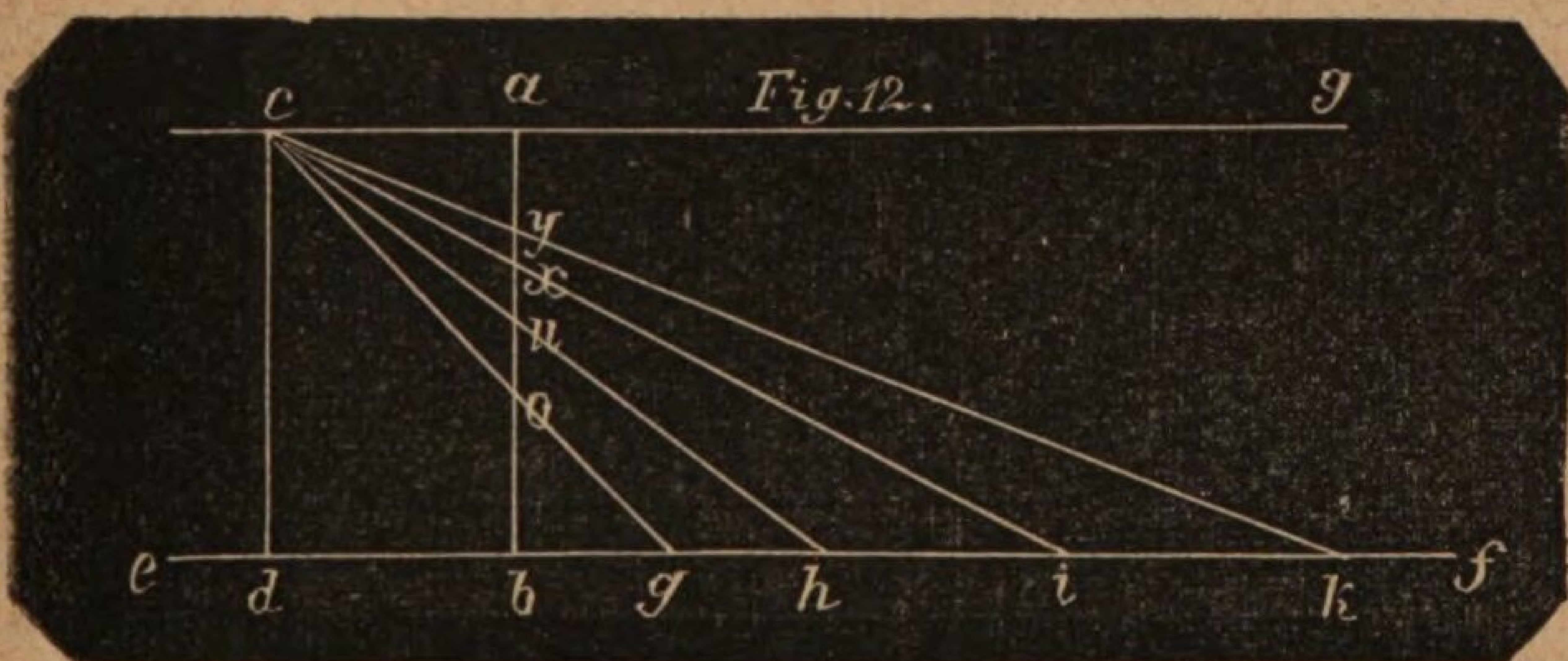
*) Da ich hier nur von jener Art einfacher Substanzen handeln will, welche die ursprünglichen Theile der Körper bilden, so bemerke ich im Voraus, dass ich im Folgenden mich der Ausdrücke: einfache Substanzen, Monaden, Elemente des Stoffes, als gleichbedeutend bedienen werde.

Erläuterung. Ich habe bei diesem Beweise absichtlich jenes berühmte Prinzip des zureichenden Grundes nicht benutzt und den Beweis aus der gewöhnlichen Verbindung der Begriffe, wie sie jeder Philosoph anerkennt, geführt; denn ich fürchtete, dass Manche jenes Prinzip nicht anerkennen und deshalb durch dessen Benutzung nicht überzeugt werden möchten.

Satz III.

Lehrsatz. Der Raum, welchen die Körper einnehmen, ist ohne Ende theilbar; er besteht deshalb nicht aus ursprünglichen oder einfachen Theilen.

Auf einer Linie *ef* (Figur 12) von unbestimmter Länge, die also beliebig weiter gezogen werden kann,



sei eine andere *ab* von physischer Natur, d. h. die, wenn es so beliebt, aus ursprünglichen Theilen des Stoffes besteht, im rechten Winkel aufgerichtet. Ihr zur Seite sei eine andere *cd*, der vorigen gleich und in ähnlicher Stellung errichtet, was sowohl im geometrischen wie physischen Sinne von Jedermann als möglich anerkannt werden wird. In der Linie *ef* sollen die Punkte *g*, *h*, *i*, *k* und so fort ohne Ende angemerkt werden. Nun wird zunächst Niemand bezweifeln, dass zwischen beliebigen zwei solchen Punkten, oder, wenn man will, zwischen zwei gegebenen Monaden eine gerade physische Linie gezogen werden könne. Es sei also hiernach *cg* gezogen, und der Ort,

wo sie die perpendikuläre *ab* schneidet, sei *o*. Man nehme nun an, dass eine andere physische Linie zwischen den Punkten *c* und *h* gezogen sei, und der den Linien *ch* und *ab* gemeinsame Ort *u* soll dem Punkte *a* näher sein. Wenn so weiter aus dem Punkte *c* zu allen Punkten *i*, *k* u. s. w. der ohne Ende fortlaufenden Linie *ef* Linien gezogen werden, so werden die Punkte *x*, *y* u. s. w., wo sie *ab* schneiden, dem Punkte *a* immer näher kommen, wie selbst Der einsehen wird, der von der Geometrie nichts versteht. Meint man aber, dass diese physischen Linien wegen zu grosser Nähe sich zuletzt berühren würden, so dass sie neben einander nicht bestehen könnten, so mag man die unteren Linien wegnehmen, und es ergiebt sich auch dann, dass die Schneidepunkte sich dem Punkte *a* mehr und mehr nähern müssen,*) je weiter man auf der unbestimmt langen Linie *ef* die Punkte annimmt. Da nun die Entfernung dieser Punkte sich ohne Ende vergrössern lässt, so kann auch die Annäherung des Durchschnittes zu dem Punkte *a* in unendlichen Theilen zunehmen. Dabei wird der Durchschnitt doch niemals mit dem Punkt *a* zusammenfallen; denn die Punkte *c* und *a* stehen von der Linie *ef* gleich weit ab, also wird die Linie, welche die Punkte *c* und *a* verbindet, und die man beliebig verlängern kann, immer ebenso viel von der unterliegenden Linie *ef* abstehen und dieselbe niemals treffen; mithin ist diese Annahme unmöglich. Deshalb wird man durch eine fortgesetzte Theilung der Linie *oa* niemals zu ursprünglichen Theilen gelangen, die nicht mehr getheilt werden können; d. h. der Raum ist ohne Ende theilbar und besteht nicht aus einfachen Theilen.

Erläuterung. Ich habe hier den schon von vielen Naturforschern benutzten Beweis gegeben und mit der möglichsten Klarheit dem physischen Raume angepasst, damit nicht Diejenigen, welche einen durch-

*) Auch können die Punkte *o* und *x* niemals zusammenfallen, weil sonst die Linien *cg* und *cx*, und ebenso die Linie *ck* mit *ci* zusammenfallen müssten, was gegen die Voraussetzung geht.

gängigen Unterschied zwischen dem physischen und geometrischen Raume annehmen, sich dem obigen Beweise durch eine solche Einrede entziehen können. Es giebt hier auch noch andere Beweise in gleichem Sinne, von denen ich nur den einen anführe, wonach man sich ein gleichseitiges Dreieck aus Monaden, wenn es so beliebt, gebildet vorstellen mag. Werden nun dessen zwei Seiten ohne Ende fortgeführt und nimmt man von diesen Abstände, die um das Doppelte, Dreifache, Fünffache, Hundertfache u. s. w. grösser sind, als die Seiten des angenommenen Dreiecks, so können deren Enden durch physische Linien verbunden werden, welche in demselben Verhältniss, wie jene, grösser als die dritte Seite des Dreiecks sein und aus so vielmal mehr einfachsten Theilen bestehen werden. Da sich nun von jeder dieser Monaden nach der Monade, die sich an der Spitze des Dreiecks befindet, physische Linien gezogen denken lassen, so werden sie die Grundlinie jenes ersten Dreiecks unendlichmal theilen und so die unendliche Theilbarkeit des Raumes vortrefflich darthun.

Wer indess den oben gegebenen Beweis ohne Vorurtheil betrachtet und aufgefasst hat, wird, meines Erachtens, aller weiteren Beweise entbehren können. [4])

Satz IV.

Lehrsatz. Ein ohne Ende theilbares Zusammengesetztes besteht nicht aus ursprünglichen, d. h. einfachen Theilen.

Da man bei einem ohne Ende Zusammengesetzten niemals durch Theilen zu Stücken gelangen kann, die von aller Zusammensetzung frei sind, und da eine Zusammensetzung, welche durch Theilen nicht beseitigt werden kann, nur gehoben werden kann, wenn man das Dasein alles Zusammengesetzten ganz leugnet, da aber das in einem Zusammengesetzten nach Aufhebung aller Zusammensetzung Bleibende die einfachen Theile sind (Satz I.), so kann ein ohne Ende theilbares Zusammengesetztes aus solchen einfachen Theilen nicht bestehen. [5])

Erläuterung. Ich habe es für meinen Zweck entsprechend gehalten, dass, nachdem von mir für jeden Körper ursprüngliche einfache Theile nachgewiesen worden, und nachdem die unendliche Theilbarkeit des Raumes dargethan worden, ich der Annahme entgegentrete, als wären die Monaden unendlich kleine Theilchen der Körper. Denn auf diese Weise erhellt zur Genüge, dass zwar der Raum, welcher keine Substanz, sondern nur die Erscheinung der äussern Beziehung der geeinten Monaden ist, selbst durch eine ohne Ende fortgehende Theilung nicht erschöpft werden könne, dass aber bei jedem Zusammengesetzten die Zusammensetzung nur eine Zufälligkeit ist und substantielle Unterlagen der Zusammensetzung bestehen. Deshalb ist die Annahme verkehrt, dass hier eine Theilung ohne Ende stattfinden könne; denn dann würde auch folgen, dass jeder ursprüngliche Theil eines Körpers so beschaffen sei, dass er durch seine Verbindung mit tausend andern, oder mit zehntausend oder millionenmal Millionen anderer, kurz, mit irgend welcher Zahl anderer keinen Theil des Stoffes bilden könne, was offenbar die Substantialität alles Zusammengesetzten aufheben würde und deshalb bei den Naturkörpern nicht statthaben kann. [6])

Zusatz. Jeder Körper besteht deshalb aus einer bestimmten Anzahl einfacher Elemente.

Satz V.

Lehrsatz. Jedes einfache Element eines Körpers oder jede Monade ist nicht allein im Raume, sondern erfüllt auch den Raum unbeschadet ihrer eigenen Einfachheit.

Da jeder Körper aus einer bestimmten Anzahl einfacher Elemente besteht, der von ihm erfüllte Raum aber unendlich theilbar ist, so wird jedes dieser Elemente einen Raumtheil einnehmen, der noch weiter theilbar ist, d. h. einen angebbaren Raum.

Da indess die Theilung des Raumes keine solche Absonderung seiner Theile ist, wo jeder, von den andern getrennt, ein eignes Dasein für sich hat, sondern diese

Theilung nur eine Mehrheit oder eine gewisse Grösse in äusserlicher Beziehung beweist, so erhellt, dass daraus keine Mehrheit substantieller Theile folgt. Nur eine solche würde aber mit der Einfachheit der Monade sich nicht vertragen, und hieraus erhellt, dass die Theilbarkeit des Raumes der Einfachheit der Monade nicht widerspricht.

Erläuterung. Keine Meinung hat bei Ermittelung der Elemente die Verbindung der Geometrie mit der Metaphysik mehr gehindert, als jene vorgefasste, aber nicht genügend geprüfte Annahme, dass die Theilbarkeit des Raumes, den ein Element einnimmt, auch die Theilbarkeit des Elementes selbst in substantielle Theile beweise. Man hat dies bisher für so unzweifelhaft gehalten, dass die Anhänger der unendlichen Theilbarkeit des wirklichen Raumes von den Monaden durchaus nichts wissen wollen, und dass umgekehrt die Vertheidiger der Monaden es für nöthig gehalten haben, die Eigenschaften des geometrischen Raumes für blosse Einbildungen zu erklären. Indess erhellt aus dem Obigen, dass weder der Geometer Unrecht hat, noch die Ansicht des Metaphysikers von der Wahrheit abweicht; deshalb muss eine Meinung, welche beiden entgegentritt, und nach der ein seiner Substanz nach unbedingt einfaches Element einen Raum, unbeschadet seiner Einfachheit, nicht erfüllen könne, nothwendig falsch sein. Denn jede Linie oder Fläche, welche einen kleinen Raum in zwei Theile trennt, zeigt zwar damit, dass ein Theil des Raumes ganz ausserhalb des andern besteht; allein der Raum ist keine Substanz, sondern nur die besondere Erscheinung der äussern Beziehungen der Substanzen, und wenn daher die zweifache Beziehung der einen Substanz getheilt werden kann, so widerspricht dies nicht der Einfachheit, oder wenn man lieber will, der Einheit der Substanz. Denn das, was auf jeder Seite der theilenden Linie ist, ist kein von der Substanz so Trennbares, dass es abgetrennt noch ein eigenes Dasein haben könnte; dies gehört aber zur wirklichen Theilung, wenn sie die Einfachheit widerlegen soll; vielmehr ist es nur die von der einen Substanz nach beiden Seiten hin ausgeübte Wirksam-

keit oder Beziehung. Wenn man hierin eine Art Mehrheit findet, so wird damit doch die Substanz selbst nicht in Theile gesondert. [7])

Satz VI.

Lehrsatz. Die Monade bestimmt den Raum, in dem sie gegenwärtig ist, nicht durch eine Mehrheit ihrer substantiellen Theile, sondern durch den Umfang ihrer Wirksamkeit, vermöge deren sie die neben ihr befindlichen Monaden hindert, sich ihr noch weiter zu nähern.

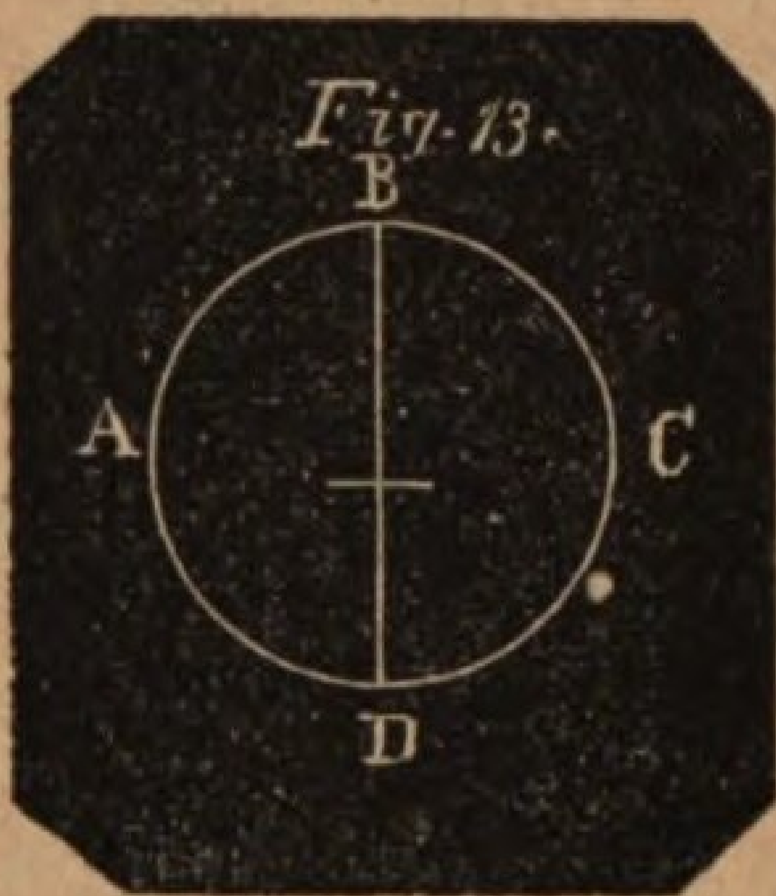
Da in der Monade keine Mehrheit von Substanzen besteht, aber dennoch jede, einzeln genommen, einen Raum ausfüllt, so ist nach dem Vorgehenden die Ursache der Raumerfüllung nicht in der blossen Stellung der einzelnen Monaden zu suchen, sondern in der Beziehung derselben in Rücksicht auf die andern neben ihr. Da sie indess durch Erfüllung des Raumes die neben ihr an beiden Seiten befindlichen Monaden von jeder weitern Annäherung zu sich abhält, mithin sie in deren Stellung etwas bestimmt, nämlich das Maass der Nähe, bis auf welches sie an sie herankommen können, so erhellt, dass sie eine Wirksamkeit übt, und zwar innerhalb eines nach allen Seiten abgemessenen Raumes, und man muss deshalb anerkennen, dass dieser Raum von der Ausdehnung ihrer Wirksamkeit ausgefüllt ist. [8])

Satz VII.

Aufgabe. Den Raum, den jede Monade durch den Umfang ihrer Wirksamkeit ausfüllt, unbeschadet ihrer Einfachheit, noch von weitern Schwierigkeiten zu befreien.

Wenn eine Monade, wie ich behaupte, einen bestimmten Raum erfüllt, so kann dieser durch jeden andern endlichen Raum ausgedrückt werden. Es soll also

der kleine Kreis *ABCD* (Figur 13) den Raum andeuten, den eine Monade durch ihre Wirksamkeit ausfüllt; dann ist *BD* der Durchmesser dieses Bereichs ihrer Wirksamkeit, d. h. diejenige Entfernung, in welcher sie andere, ihr in *B* und *D* gegenwärtige Monaden erhält und von einer grösseren Annäherung abhält. Allein man darf deshalb diese Linie *BD* nicht als den Durchmesser der Monade selbst nehmen, was ganz unrichtig



wäre. Nichts würde mehr meiner Ansicht widersprechen; denn da der Raum nur aus blossen äusseren Beziehungen besteht, so wird alles Innere einer Substanz, d. h. die Substanz selbst, als das Subject der äussern Bestimmungen, eigentlich nicht durch den Raum bestimmt; vielmehr darf man nur diejenigen ihrer Bestimmungen, die sich auf Aeusseres beziehen, insoweit in dem Raume suchen. Man wird freilich sagen, in diesem Raume ist die Substanz, und zwar überall in demselben gegenwärtig; also theilt der, welcher den Raum theilt, auch die Substanz; allein ich erwidere: Dieser Raum ist der Umfang der äusseren Gegenwart ihres Elementes; wer also den Raum theilt, theilt nur die ausgedehnte Grösse ihrer Gegenwart. Aber neben dieser ausgedehnten Gegenwart, d. h. neben diesen in Beziehungen bestehenden Bestimmungen der Substanz hat sie auch innere, ohne welche für jene das Subject fehlen würde, dem sie anhafteten. Diese innern sind aber nicht im Raume, weil sie eben innere sind; sie werden deshalb auch durch die Theilung der äussern Bestimmungen nicht mit getheilt, und deshalb kann auch das Subject selbst, d. h. die

Substanz dadurch nicht getheilt werden. Es ist ebenso, als wenn man sagt: Gott ist durch sein thätiges Erhalten in allen erschaffenen Dingen innerlich gegenwärtig; wer also die Masse der erschaffenen Dinge theilt, theilt auch Gott, weil er den Umfang seiner Gegenwart theilt; obgleich man nichts Verkehrteres behaupten könnte. So weit also die Monade, als das ursprüngliche Element der Körper, einen Raum ausfüllt, hat sie eine gewisse ausgedehnte Grösse, d. h. einen Umfang ihrer Wirksamkeit, in dem man aber nicht mehrere Monaden antrifft, deren jede getrennt von den andern, d. h. für sich allein eine besondere Dauer hätte. Denn das, was in dem Raum *BCD* angetroffen wird, kann von dem in dem Raume *BAD* Befindlichen nicht so getrennt werden, dass jedes für sich bestände; beide sind nur die äussere Bestimmung derselben e i n e n Substanz, und die Accidenzen bestehn nicht ohne ihre Substanzen.*) [9])

Satz VIII.

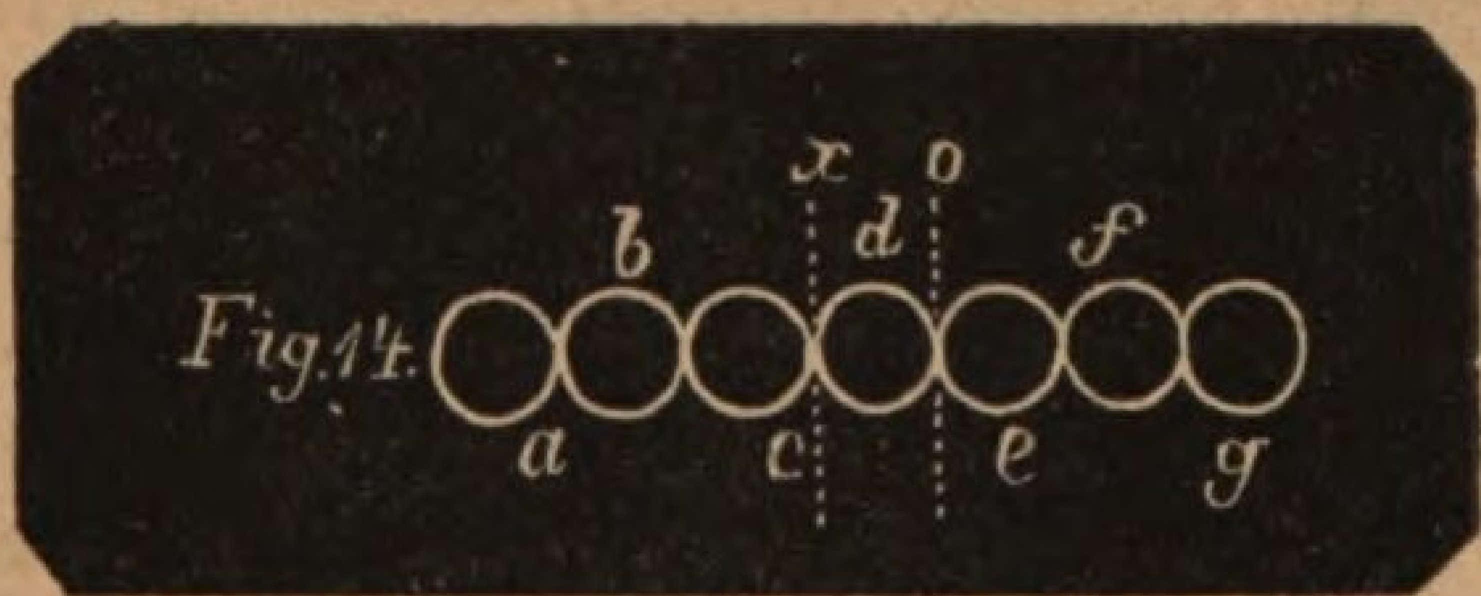
Lehrsatz. Die Kraft, mit der ein einfaches Körperelement seinen Raum ausfüllt, ist dasselbe, was man sonst die Undurchdringlichkeit nennt; ohne jene Kraft bleibt für diese nichts übrig.

Die Undurchdringlichkeit ist der Zustand eines Körpers, wodurch er die angrenzenden Körper von dem Raume, den er einnimmt, abhält. Aus dem Obigen

*) Von allen Bedenken gegen meine Ansicht erscheint das am erheblichsten, was von der äusserlichen Heraussetzung der Bestimmungen, ein und derselben Substanz entnommen wird. Denn die Wirksamkeit der Monade, die in dem Raume *BCD* ist, ist ausserhalb der in dem Raume *BDA* befindlichen Wirksamkeit; beide scheinen deshalb von einander sachlich verschieden und ausserhalb der Substanz befindlich zu sein. Allein die Beziehungen sind immer sowohl ausserhalb einander, wie ausserhalb der Substanz, weil jene Dinge, auf welche die Substanz bezogen wird, von der Substanz selbst und eine jede von der andern sachlich verschieden sind und dies also keine Mehrheit der Substanzen beweist.

erhellt nun, dass der von einem Körper eingenommene Raum (wenn man sich seine Theile ohne leere Zwischenräume so nahe als möglich mit einander vereinigt denkt) aus den kleinen Räumen gebildet wird, welche die einzelnen einfachen Elemente einnehmen. Ferner ist zur Abhaltung anderer Körper von dem erfüllten Raum, d. h. zur Undurchdringlichkeit ein Widerstand erforderlich, also eine gewisse Kraft. Oben ist aber dargelegt worden, dass die Elemente ihren Raum durch eine Wirksamkeit ausfüllen, womit sie andere von dem Eindringen in ihren Raum abhalten. Somit erhellt, dass die Undurchdringlichkeit der Körper nur von jener natürlichen Kraft der Elemente abhängt. Dies ist das Erste, was zu beweisen war.

Ferner soll die Linie *ag* (Figur 14) aus ursprünglichen Stoffelementen, d. h. aus Monaden gebildet sein. Wenn nun jedes Element *d* durch die Gegenwart seiner Substanz nur den Ort bezeichnete, ohne einen Raum



einzunehmen, so würde der Ort *d* die Linie *ag* in zwei Theile theilen, und da er damit anzeigt, wo die eine Hälfte der Linie aufhört und die andere anfängt, so würde er beiden Hälften der Linie gemeinsam sein. Physische Linien sind aber nur gleich, wenn sie aus der gleichen Zahl von Elementen bestehen, und die Zahl dieser Elemente auf beiden Seiten ist nur in der Linie *ac* und *eg* gleich. Deshalb würde der Ort der Monade *d* den Linien *ac* und *eg* gemeinsam sein, d. h. die genannten Linien werden sich unmittelbar an diesem Orte begegnen, und mithin würde das Element *d* die nächsten Elemente *e* und *c* nicht von der unmittelbaren Berührung abhalten, d. h. es würde nicht undurchdringlich sein. Bestreitet man, dass der von der Monade *d* eingenommene Ort *d* den beiden

Linien *ac* und *eg* gemeinsam sei, so soll der Punkt *x* es sein, wo die Linien *ac* und *dg* sich unmittelbar treffen, und *o* der Punkt, wo die Linien *ad* und *eg* sich treffen. Da nun der Ort der Monade *d* von dem Orte *x* und ebenso von dem Orte *o* verschieden ist (denn ohnedem wäre es immer der gemeinsame Ort der unmittelbaren Berührung, wie vorhin angenommen worden), so hat man somit drei verschiedene Orte, die ohne Zweifel eine Linie von bestimmter Grösse bestimmen. Es wird also die unmittelbare Gegenwart der Monade *d* durch eine bestimmte Linie ausgedrückt, d. h. sie ist in einem bestimmten Raume gegenwärtig. Da sie aber durch ihre blosse Stellung als Substanz keinen Raum einnehmen kann, sondern nur einen Ort, so muss nothwendig in der Substanz noch etwas Anderes sein, was das Maass der Nähe für die zwei einander von zwei Seiten nächsten Elemente regelt und jede Kraft an einer grössern Annäherung der Elemente *c* und *e* hindert. Einer Kraft kann aber nur eine andere Kraft entgegengestellt werden; deshalb bewirkt dieselbe Kraft, vermöge deren ein Körperelement seinen Raum einnimmt, auch seine Undurchdringlichkeit. Dies ist das Zweite, was zu beweisen war.[10])

Zweiter Abschnitt,

in welchem die allgemeinsten Zustände der physischen Monaden erläutert werden, je nachdem diese in den einzelnen verschieden sind und damit die Erkenntniss der Natur der Körper vermitteln.

Satz IX.

Definition. Die Berührung ist die gegenseitige Aeusserung der Kraft der Undurchdringlichkeit mehrerer Elemente auf einander.

Erläuterung. Gewöhnlich wird die Berührung als die „unmittelbare Gegenwart“ definirt. Aber selbst wenn man noch das Wort „äussere“ zur Gegenwart

hinzusetzt (weil ohne diesen Zusatz Gott, der allen Dingen unmittelbar, aber innerlich gegenwärtig ist, sonst sie berühren müsste), so ist selbst dann diese Definition noch nicht ausreichend. Denn es ist bereits von Andern genügend dargelegt worden, dass die im leeren Raume zerstreuten Körper dennoch zusammen bestehen und deshalb einander auch unmittelbar gegenwärtig sein können, obgleich sie sich nicht berühren; daher leidet jene Definition offenbar an diesem Fehler. Ferner wird mit hoher Wahrscheinlichkeit von den Schülern Newton's die unmittelbare Anziehung der von einander entfernten Körper behauptet, und auch hier wäre danach eine gemeinsame Gegenwart ohne Berührung vorhanden. Wenn man ferner an dieser Definition festhält, welche die unmittelbare Gegenwart für den Begriff der Berührung ausgiebt, so würde zunächst dieser Begriff der Gegenwart zu erläutern sein. Thut man dies, wie gewöhnlich geschieht, durch die „gegenseitige Wirksamkeit", so frage ich: worin besteht dann diese Wirksamkeit?

Offenbar wirken die Körper durch ihre Bewegung. Eine bewegende Kraft, die sich von einem bestimmten Punkte ab äussert, stösst aber entweder eine andere zurück, oder zieht sie an. Welche Wirksamkeit von beiden bei der Berührung angenommen werden muss, ist leicht zu ersehen. Denn wenn ein Körper einem andern sich immer mehr nähert, so sagt man, dass beide sich dann berühren, wenn die Kraft der Undurchdringlichkeit, d. h. des Zurückstosses gefühlt wird. Deshalb bildet diese von verschiedenen Elementen auf einander ausgeübte Wirksamkeit und Gegenwirksamkeit den ächten Begriff der Berührung. 11)

Satz X.

Lehrsatz. Die Körper würden durch die blosse Kraft der Undurchdringlichkeit keinen bestimmten Umfang haben, wenn ihnen nicht auch eine Kraft der Anziehung einwohnte, die mit jener zusammen die Grenze ihrer Ausdehnung bestimmte.

Die Kraft der Undurchdringlichkeit ist eine abstossende Kraft, welche alles Andere von einer weitern Annäherung abhält. Diese Kraft ist jedem Elemente von Natur einwohnend, und man kann daraus zwar abnehmen, wie mit der Zunahme der Entfernung, in die sie sich erstreckt, die Stärke ihrer Wirksamkeit abnimmt; allein man kann nicht einsehen, dass sie in einer bestimmten Entfernung so gut wie gar nicht mehr wirkte. Wenn man daher bei dieser Kraft allein stehen bleibt, so hört der Zusammenhang bei den Körpern ganz auf; alle Elemente würden sich von einander abstossen, und die Körper würden keinen durch eine bestimmte Grenze bezeichneten Umfang haben. Es muss deshalb dieser Kraft eine andere sich entgegenstellen, und beide müssen in einer gewissen Entfernung sich die Waage halten und dadurch die Grenzen des eingenommenen Raumes bestimmen. Was aber der Abstossung entgegenwirkt, ist die Anziehung, also muss jedes Element ausser der Kraft der Undurchdringlichkeit noch eine anziehende Kraft haben, ohne welche die Körper keinen bestimmten natürlichen Umfang haben würden. [12])

Erläuterung. Die Ermittelung der Gesetze für diese beiden den Elementen einwohnenden Kräfte der Abstossung und Anziehung ist von hoher Bedeutung und eine Aufgabe für hervorragende Geister. Ich begnüge mich hier damit, deren Dasein, soweit es die Kürze der Darstellung gestattet hat, auf das vollständigste erwiesen zu haben. Wenn man indess auf das zu dieser Frage Gehörige gleichsam aus der Ferne schaut, sollte da, weil die abstossende Kraft aus dem innersten Punkte des Raumes, den das Element einnimmt, nach aussen wirkt, ihre Stärke nicht mit der Vergrösserung des Raumes, in den sie sich ausdehnt, abnehmen? Denn eine von einem bestimmten Punkte ausgehende Kraft kann sich nicht wirksam zeigen, wenn sie nicht mit ihrer Thätigkeit den ganzen Raum ausfüllt, welcher von einem gegebenen Durchmesser befasst ist. Dies ergiebt sich in folgender Weise: Stellt man sich vor, dass die Kraft in geraden Linien aus der gegebenen Oberfläche ausströmt, wie das Licht,

und wie nach Keil's Ansicht selbst die anziehende Kraft, so wird die auf diese Weise wirkende Kraft nach Verhältniss der Zahl der Linien wirken, die aus dieser Oberfläche gezogen werden können, d. h. nach Verhältniss der Oberfläche der wirkenden Kraft. Ist daher diese Oberfläche unendlich klein, so wird auch die Kraft unendlich klein sein, und ist die Oberfläche nur ein Punkt, so wird die Kraft so gut wie keine sein. Deshalb kann sich durch die von einem Punkte auseinandertretenden Linien keine angebbare Kraft bis zu einer gewissen Entfernung zerstreuen, und sie kann deshalb nur wirken, wenn sie den ganzen Raum, in den sie wirkt, erfüllt. Nun verhalten sich aber die Kugelräume wie die Würfel der Abstände. Wenn sich deshalb eine Kraft durch ihre Ausbreitung in einen grösseren Raum in umgekehrtem Verhältniss der Räume vermindert, so wird die Kraft der Undurchdringlickeit sich umgekehrt wie die Würfel der Entfernung von dem Mittelpunkte ihrer Wirksamkeit verhalten.

Dagegen entwickelt die Anziehung desselben Elementes die gleiche Wirksamkeit in umgekehrter Richtung; es ist deshalb die Kugeloberfläche der Grenzpunkt, auf den die Anziehung bei einer gegebenen Entfernung wirkt. Da nun hier die Menge der Linien, die von Punkten dieser Oberfläche nach dem anziehenden Mittelpunkt gezogen werden können, bestimmt ist, mithin auch die Grösse der Anziehung bestimmt ist, so wird diese Kraft damit angebbar, und sie wird in umgekehrtem Verhältniss der Oberflächen abnehmen, d. h. in umgekehrtem Verhältniss des Quadrats der Entfernung.

Wenn daher die abstossende Kraft im kubischen, also in einem viel stärkeren Verhältniss abnimmt, so müssen an einem Punkte des Durchmessers die Anziehung und die Abstossung einander die Waage halten. Dieser Punkt wird die Grenze der Undurchdringlichkeit bestimmen und den Umfang oder die räumliche Grösse für die äussere Berührung; denn wenn die abstossende Kraft durch die anziehende besiegt ist, so wirkt sie nicht mehr.[13])

Zusatz. Wenn man dieses Gesetz für die ein-

wohnenden Kräfte anerkennt, so ergiebt sich dann auch der gleiche Umfang für alle Elemente, wenn sie auch verschiedener Art sind. Denn es liegt am Tage, dass die abstossenden wie die anziehenden Kräfte, da beide einen bestimmten Grad von Stärke haben, bei verschiedenen Elementen auch sehr verschieden sein können; hier stärker, dort schwächer. Allein da die doppelte Kraft der Abstossung bei gleicher Entfernung doppelt so stark ist und ebenso auch die anziehende Kraft, so ergiebt sich, dass alle bewegenden Kräfte eines Elementes, was an sich die zweifache Stärke hat, in demselben Verhältnisse stärker sein müssen und mithin die erwähnten Kräfte sich in derselben Entfernung die Waage halten, mithin auch den Umfang des Elements in gleicher Grösse bestimmen müssen, so sehr sie auch von den gleichnamigen Kräften anderer Elemente im Grade verschieden sein mögen.[14])

Satz XI.

Lehrsatz. Die Kraft der Trägheit hat in jedem Elemente eine bestimmte Grösse, die bei verschiedenen Elementen sehr verschieden sein kann.

Wenn ein bewegter Körper auf einen andern trifft, so würde er keine Wirkung äussern oder durch das geringste Hinderniss in Ruhe versetzt werden, wenn er nicht eine Kraft der Trägheit besässe, vermöge welcher er in dem Zustande der Bewegung zu beharren strebt. Nun ist die Trägheitskraft eines Körpers die Summe der Trägheitskräfte aller Elemente, aus denen er besteht (was man seine Masse nennt); jedes Element, was mit einer gewissen Schnelligkeit sich bewegt, würde deshalb keine Bewegung bei andern bewirken, wenn diese Schnelligkeit nicht durch die Trägheitskraft tervielfältigt würde. Alles aber, was durch Multiplicavon mit einem Andern eine Grösse giebt, die grösser ist als der andere Factor, ist selbst eine Grösse, die bald grösser, bald geringer als die andere sein kann. Deshalb kann durch die Kraft der Trägheit eines

Elements im Vergleich mit der eines Elementes anderer Art grösser oder kleiner sein.[15])

Zusatz 1. Es kann neben bestimmten Elementen gewisser Art andere geben, deren Trägheitskraft, oder was in anderer Beziehung dasselbe ist, deren bewegende Kraft doppelt oder dreifach grösser ist; d. h. welche sowohl einer bestimmten Schnelligkeit mit doppelt oder dreifach grösserer Kraft widerstehen, als sie selbst mit dieser Schnelligkeit bewegt einen doppelt oder dreifach stärkern Stoss ausüben.

Zusatz 2. Da aus dem Zusatze zu Satz X erhellt, dass die Elemente der verschiedensten Art doch von gleichem Umfange sind und deshalb gleiche Räume bei ihrer genauen Ausfüllung immer die gleiche Zahl Elemente enthalten müssen, so kann man schliessen, dass die einzelnen Körper, auch wenn man die Zumischung von leeren Räumen ganz bei Seite lässt und den ganzen Raum als vollständig erfüllt annimmt, dennoch bei demselben Umfang sehr verschiedene Massen enthalten können, je nachdem die Elemente mit einer grösseren oder geringeren Trägheitskraft versehen sind. Denn die Masse der Körper ist nur die Grösse ihrer Trägheitskraft, durch welche sie theils der Bewegung widerstehen, theils bei eigener Bewegung von einer bestimmten Schnelligkeit den Anstoss zur Bewegung anderer geben.

Deshalb kann man von einer geringen Menge Stoff, die in einer bestimmten Raumgrösse befasst ist, nicht immer sicher auf eine geringere Dichtheit und grössere leere Zwischenräume schliessen. Von zwei Körpern kann jeder die gleichen leeren Zwischenräume haben oder auch ganz dicht sein und dennoch der eine den andern an Masse übertreffen, da dieser Unterschied von der Natur der Elemente selbst herkommt.[16])

Satz XII.

Lehrsatz. Die verschiedene spezifische Dichtheit der Körper, die man in der Welt bemerkt, kann ohne eine spezifische Verschiedenheit der Trägheit ihrer Elemente nicht erklärt werden.

Wenn alle Elemente die gleiche Trägheitskraft und denselben Umfang hätten, so wäre zur Erklärung der verschiedenen Dichtheit der Körper ein leerer Raum, der zwischen die Theile des Körpers eingemengt wäre, unentbehrlich. Denn nach den Ausführungen Newton's, Keil's und Anderer ist in einem Medium, was auf diese Weise vollständig erfüllt ist, für die freie Bewegung kein Raum. Um daher die sehr verschiedene Dichtheit der Medien zu erklären, z. B. des Aethers, der Luft, des Wassers, des Goldes, muss man sich maasslosen Vermuthungen hingeben, wobei das Gewebe der Elemente, obgleich es der menschlichen Erkenntniss am meisten entzogen ist, dreist nach Belieben gebildet wird, und bald nach Art von feinsten Bläschen, bald nach Art gewundener Zweige und Fäden willkürlich und dreist vorgestellt wird. Allerdings kann man dann den Stoff auf verschiedene Art ausgespannt und einen grossen Raum mit wenig Stoff erfüllt sich vorstellen; indess lassen sich gegen solche Annahmen die nachstehenden Gründe anführen;

Jene Fäden von ungeheurer Feinheit, oder jene Bläschen, welche unter einem ausserordentlich dünnen Häutchen ein nach Verhältniss des Stoffes ungeheures Leere einschliessen, müssen durch den starken Stoss der Körper auf einander und durch das stete Gereibe derselben endlich abgerieben werden, und es müssen dann ihre verkleinerten Zweige den leeren Zwischenraum ausfüllen. Nachdem dies geschehen wäre, würde der Weltraum überall vollkommen erfüllt sein und in völliger Trägheit erstarren, und alle Bewegung würde binnen Kurzem auf Ruhe zurückgeführt sein.

Da ferner nach diesen Annahmen die leichtern Medien aus Theilen bestehen müssen, die am meisten

ausgespannt und von einem grösseren Umfange sind, so fragt es sich, wie sie die Zwischenräume dichterer Körper, die ja nach dieser Annahme enger sein müssen, durchdringen können; denn es ist ja bekannt, dass das Feuer, das magnetische und das elektrische Fluidum die Körper sehr leicht durchwandern. Ich kann wenigstens mir nicht erklären, wie Theilchen von grösserem Umfange Zwischenräume, die enger sind als sie, durchwandern können.

So lange man also nicht eine spezifische Verschiedenheit innerhalb der einfachen Elemente selbst annimmt, wodurch bei genauer Ausfüllung desselben Raumes dennoch die Masse bald grösser, bald kleiner sein kann, wird die Naturwissenschaft an dieser Schwierigkei wie an einer Klippe hängen bleiben.[17])

Satz XIII.

Lehrsatz. Die Elemente der Körper besitzen auch einzeln für sich eine elastische Kraft, die bei den einzelnen verschieden ist; sie bilden in sich und ohne Hülfe eines beigemengten leeren Raumes ein ursprünglich elastisches Medium.

Die einzelnen einfachen Elemente erfüllen den Raum mit ihrer Gegenwart durch eine gewisse Kraft, welche die andern Substanzen davon ausschliesst. Da nun jede endliche Kraft einen Stärkegrad hat, den eine andere übersteigen kann, so erhellt, dass dieser abstossenden Kraft eine andere stärkere sich entgegenstellen kann, welche das Element mit seiner ursprünglichen Kraft nicht in derselben Entfernung abzuhalten vermag, und deshalb wird diese stärkre Kraft in den von dem Element erfüllten Raum etwas eindringen. Allein alle Kräfte, die sich von ihrem Ausgangspunkte in die Ferne erstrecken, nehmen im Verhältniss des zunehmenden Abstandes ab, und deshalb kann jene zurückstossende Kraft um so stärker wirken, je näher dem Mittelpunkte sie ihre Wirksamkeit äussert. Da nun die zurückstossende Kraft, die auf eine bestimmte

Entfernung vom Mittelpunkte beschränkt ist, im Verhältniss zur Annäherung an diesen zunimmt, so muss sie am Mittelpunkt selbst unendlich stark sein, und deshalb kann keine noch so grosse denkbare Kraft ein Element ganz durchdringen. Das einzelne Element ist deshalb vollkommen elastisch, und mehrere dieser Art werden durch Verbindung ihrer Elastizität ein ursprünglich elastisches Medium bilden. Diese Elastizität kann bei den einzelnen Körpern verschieden sein, wie aus Zusatz zu Satz X erhellt.

Zusatz. Die Elemente sind vollkommen undurchdringlich, d. h. sie können durch keine noch so grosse äussere Kraft aus dem Orte, den sie einnehmen, ganz ausgeschlossen werden. Aber sie können verdichtet werden und auch verdichtete Körper bilden, indem sie einer äusseren zusammendrückenden Kraft etwas nachgeben. Dies ist die Entstehungsweise der ursprünglich elastischen Körper oder Medien, zu denen vor Allem der Aether oder der Feuerstoff zu rechnen sein wird.[18])

VIII.

Von den

Ursachen der Erderschütterungen

bei Gelegenheit des Unglücks,

welches

die westlichen Länder von Europa

gegen das Ende des vorigen Jahres

betroffen hat. 1)

1756.

Grosse Begebenheiten, die das Schicksal aller Menschen betreffen, erregen mit Recht diejenige rühmliche Neubegierde, die bei Allem, was ausserordentlich ist, aufwacht und nach den Ursachen derselben zu fragen pflegt. In solchem Falle soll die Verbindlichkeit gegen das Publicum den Naturforscher vermögen, von den Einsichten Rechenschaft zu geben, die ihm Beobachtung und Untersuchung gewähren können. Ich begebe mich der Ehre, dieser Pflicht in ihrem ganzen Umfange ein Gnüge zu leisten, und überlasse sie Demjenigen, wenn ein solcher aufstehen wird, der von sich rühmen kann, das Inwendige der Erde genau durchschaut zu haben. Meine Betrachtung wird nur ein Entwurf sein. Er wird, um mich frei zu erklären, fast Alles enthalten, was man mit Wahrscheinlichkeit bis jetzo davon sagen kann, allein freilich nicht genug, um diejenige strenge Beurtheilung zufrieden zu stellen, die Alles an dem Probirstein der mathematischen Gewissheit prüfet. Wir wohnen ruhig auf einem Boden, dessen Grundfeste zuweilen erschüttert wird. Wir bauen unbekümmert auf Gewölben, deren Pfeiler hin und wieder wanken und mit dem Einsturze drohen. Unbesorgt wegen des Schicksals, welches vielleicht von uns nicht fern ist, geben wir statt der Furcht dem Mitleiden Platz, wenn wir die Verheerung gewahr werden, die das Verderben, das sich unter unsern Füssen verbrigt, in der Nachbarschaft anrichtet. Es ist ohne Zweifel eine Wohlthat der Vorsehung, von der Furcht solcher Schicksale unangefochten zu sein, zu deren Hintertreibung alle mögliche Bekümmerniss nicht das Geringste beitragen kann, und unser wirkliches Leiden nicht durch

die Furcht vor demjenigen zu vergrössern, was wir als möglich erkennen.

Das Erste, was sich unserer Aufmerksamkeit darbietet, ist, dass der Boden, über dem wir uns befinden, hohl ist und seine Wölbungen fast in einem Zusammenhange durch weitgestreckte Gegenden sogar unter dem Boden des Meeres fortlaufen. Ich führe desfalls keine Beispiele aus der Geschichte an; meine Absicht ist nicht, eine Historie der Erdbeben zu liefern. Das fürchterliche Getöse, das wie das Toben eines unterirdischen Sturmwindes, oder wie das Fahren der Lastwagen über Steinpflaster bei vielen Erdbeben gehört worden, die in weit ausgedehnte Länder zugleich fortgesetzte Wirkung derselben, davon Island und Lissabon, die durch ein Meer von mehr wie viertehalb hundert deutsche Meilen abgesondert sind und an einem Tage in Bewegung gesetzt worden, ein unleugbares Zeugniss ablegen, alle diese Erscheinungen stimmen damit überein, den Zusammenhang dieser unterirdischen Wölbungen zu bestätigen.

Ich müsste bis in die Geschichte der Erde im Chaos zurückgehen, wenn ich etwas Begreifliches von der Ursache sagen sollte, die bei der Bildung der Erde den Ursprung dieser Höhlen veranlasst hat. Solche Erklärungen haben nur gar zu viel Anschein von Erdichtungen, wenn man sie nicht in dem ganzen Umfang der Gründe, die ihre Glaubwürdigkeit enthalten, darstellen kann. Die Ursache mag aber sein, welche sie wolle, so ist doch gewiss, dass die Richtung dieser Höhlen den Gebirgen und durch einen natürlichen Zusammenhang auch den grossen Flüssen parallel ist; denn diese nehmen das unterste Theil eines langen Thals ein, das von beiden Seiten durch parallel laufende Gebirge beschränkt wird. Eben dieselbe Richtung ist es auch, wornach die Erderschütterungen sich vornehmlich ausbreiten. In den Erdbeben, welche sich durch den grössten Theil von Italien erstreckt haben, hat man an den Leuchtern in den Kirchen eine Bewegung von Norden fast gerade nach Süden wahrgenommen, und dieses neuliche Erdbeben hatte die Richtung von Westen nach Osten,

welches auch die Hauptrichtung der Gebirge ist, die den höchsten Theil von Europa durchlaufen.

Wenn in so schrecklichen Zufällen den Menschen erlaubt ist, einige Vorsicht zu gebrauchen, wenn es nicht als eine verwegene und vergebliche Bemühung angesehen wird, allgemeinen Drangsalen einige Anstalten entgegenzusetzen, die die Vernunft darbietet, sollte nicht der unglückliche Ueberrest von Lissabon Bedenken tragen, sich an demselben Flusse ihrer Länge nach wiederum anzubauen, welcher die Richtung bezeichnet, nach welcher die Erderschütterung in diesem Lande natürlicher Weise geschehen muss. Gentil*) bezeugt, dass, wenn eine Stadt ihrer grössten Länge nach durch ein Erdbeben, welches dieselbe Richtung hat, erschüttert wird, alle Häuser umgeworfen werden, anstatt dass, wenn die Richtung in die Breite geschieht, nur wenig umfallen. Die Ursache ist klar. Das Wanken des Bodens bringt die Gebäude aus der senkrechten Stellung. Wenn nun eine Reihe von Gebäuden von Osten nach Westen so in Schwankung gesetzt wird, so hat nicht allein ein jegliches seine eigene Last zu erhalten, sondern die westlichen drücken zugleich auf die östlichen und werfen sie dadurch ohnfehlbar über den Haufen, anstatt dass, wenn sie in der Breite, wo ein jegliches nur sein eigen Gleichgewicht zu erhalten hat, beweget werden, bei gleichen Umständen weniger Schaden geschehen muss. Das Unglück von Lissabon scheinet also durch seine Lage vergrössert zu sein, die es der Länge nach an dem Ufer des Tajo gehabt hat; und nach diesen Gründen müsste eine jede Stadt in einem Lande, wo die Erdbeben mehrmalen empfunden worden, und wo man die Richtung derselben aus der Erfahrung abnehmen kann, nicht nach einer Richtung, die mit dieser gleichlaufend ist, angelegt werden. Allein in dergleichen Fällen ist der grösste Theil der Menschen ganz anderer

*) Gentil's Reise um die Welt, nach Buffon's Anführung. Eben derselbe bestätiget auch, dass die Richtung der Erdbeben fast jederzeit der Richtung grosser Flüsse parallel laufe.

Meinung. Weil ihnen die Furcht das Nachdenken raubt, so glauben sie in so allgemeinen Unglücksfällen eine ganz andere Art von Uebel wahrzunehmen, als diejenigen sind, gegen die man berechtigt ist, Vorsicht zu gebrauchen, und bilden sich ein, die Härte des Schicksals durch eine blinde Unterwerfung zu mildern, womit sie sich selbigem auf Gnade und Ungnade überlassen.

Der Hauptstrich der Erdbeben geht in der Richtung der höchsten Gebirge fort, und es werden also diejenigen Länder hauptsächlich erschüttert, die diesen nahe liegen, vornehmlich wenn sie zwischen zweien Reihen Berge eingeschlossen sind, als in welchem Falle die Erschütterungen von beiden Seiten sich vereinbaren. In einem platten Lande, welches nicht in einem Zusammenhange mit Gebirgen stehet, sind sie seltener und schwach. Darum sind Peru und Chili diejenigen Länder, die fast unter allen in der Welt den häufigsten Erschütterungen unterworfen sind. Man beobachtet daselbst die Vorsicht, die Häuser aus zwei Stockwerken zu erbauen, wovon nur das unterste gemauert, das oberste aber von Rohr und leichtem Holze gemacht ist, um nicht darunter erschlagen zu werden. Italien, ja selbst die zum Theil in der Eiszone befindliche Insel Island und andere hohe Gegenden von Europa beweisen diese Uebereinstimmung. Das Erdbeben, welches sich in dem Monat December des verflossenen Jahres von Abend gegen Morgen durch Frankreich, Schweiz, Schwaben, Tyrol und Bayern ausbreitete, hielt vornehmlich den Strich der höchsten Gegenden dieses Welttheils. Man weiss aber auch, dass alle Hauptgebirge kreuzweise Nebenäste ausschiessen. In diese breitet sich die unterirdische Entzündung auch nach und nach aus, und es ist diesem zufolge, nachdem es bei den hohen Gegenden der Schweizerberge angelanget, auch die Höhlen durchgelaufen, die dem Rheinstrome parallel bis in Niederdeutschland fortlaufen. Was mag die Ursache dieses Gesetzes sein, womit die Natur die Erdbeben vornehmlich an die hohen Gegenden verknüpfet? Wenn es ausgemacht ist, dass eine unterirdische Entzündung

diese Erschütterungen verursacht, so kann man leicht erachten, dass, weil die Höhlen in gebirgigten Gegenden weitläuftiger sind, die Ausdämpfung brennbarer Dünste daselbst freier, auch die Gemeinschaft mit der in den uuterirdischen Gegenden verschlossenen Luft, die allemal zu Entzündungen unentbehrlich ist, ungehinderter sein wird. Ueber dieses lehrt die Kenntniss der innern Naturbeschaffenheit des Erdbodens, so weit es Menschen erlaubt ist, sie zu entdecken, dass die Schichten in gebirgigten Gegenden bei weitem nicht so hoch aufliegen als in flachen Ländern, und der Widerstand der Erschütterung dorten also geringer als hier sei. Wenn man also frägt, ob auch unser Vaterland Ursache habe, diese Unglücksfälle zu befürchten, so würde ich, wenn ich den Beruf hätte, die Besserung der Sitten zu predigen, die Furcht davor, um der allgemeinen Möglichkeit willen, die man freilich hiebei nicht in Abrede sein kann, in ihrem Werthe lassen. Nun aber unter den Bewegungsgründen der Gottseligkeit diejenigen, die von den Erdbeben hergenommen werden, ohne Zweifel die schwächsten sind, und meine Absicht nur ist, physische Gründe zur Vermuthung anzuführen, so wird man leicht aus dem Angeführten abnehmen können, dass, da Preussen nicht allein ein Land ohne Gebirge ist, sondern auch als eine Fortsetzung eines fast durch und durch flachen Landes angesehen werden muss, man eine grössere Veranlassung habe, sich von den Anstalten der Vorsehung der entgegengesetzten Hoffnung zu getrösten.

Es ist Zeit, etwas von der Ursache der Erderschütterungen anzuführen. Es ist einem Naturforscher etwas Leichtes, ihre Erscheinung nachzuahmen. Man nimmt 25 Pfund Eisenfeilig, ebenso viel Schwefel und vermengt es mit gemeinem Wasser, vergräbt diesen Teig einen oder anderthalb Fuss tief in die Erde und stösst dieselbe fest darüber zusammen. Nach Ablauf einiger Stunden sieht man einen dicken Dampf aufsteigen, die Erde wird erschüttert und es brechen Flammen aus dem Grunde hervor. Man kann nicht zweifeln, dass die beiden ersteren Materien in dem Innern der Erde häufig angetroffen werden, und das

Wasser, das sich durch Spalten und Felsenritzen durchseigert, kann sie in Gährung bringen. Noch ein anderer Versuch liefert brennbare Dämpfe aus der Vermischung kalter Materien, die sich von selber entzünden. Zwei Quentchen Vitriolöl mit 8 Quentchen gemeines Wasser vermischt, wenn man sie auf 2 Quentchen Eisenfeil giesst, bringen ein heftiges Aufbrausen und Dämpfe hervor, die sich von selber entzünden. Wer kann zweifeln, dass die vitriolische Säure und Eisentheile in genugsamer Menge in dem Innern der Erde enthalten sind? Wenn das Wasser nun hierzu kommt und ihre gegenseitige Wirkung veranlasst, so werden sie Dämpfe ausstossen, die sich auszubreiten trachten, den Boden erschüttern und bei den Oeffnungen feuerspeiender Berge in Flammen ausbrechen.

Man hat vorlängst wahrgenommen, dass ein Land von seinen heftigen Erschütterungen befreit worden, wenn in seiner Nachbarschaft ein feuerspeiender Berg ausgebrochen, durch welchen die verschlossenen Dämpfe einen Ausgang gewinnen können, und man weiss, dass um Neapel die Erdbeben weit häufiger und fürchterlicher sind, wenn Vesuv eine lange Zeit ruhig gewesen. Auf diese Weise dienet uns oftermals das, was uns in Schrecken setzt, zur Wohlthat, und ein feuerspeiender Berg, der sich in den Gebirgen von Portugal eröffnen würde, könnte ein Vorbote werden, dass das Unglück nach und nach sich entfernte.

Die heftige Wasserbewegung, die an dem unglücklichen Tage Allerheiligen an so vielen Meeresküsten verspüret worden, ist in dieser Begebenheit der seltsamste Gegenstand der Bewunderung und Nachforschung. Dass die Erdbeben sich bis unter dem Meergrunde erstrecken und die Schiffe in so heftige Rüttelung versetzen, als wenn sie auf einem harten erschütterten Boden befestigt wären, ist eine gemeine Erfahrung. Allein so war in den Gegenden, da das Wasser in Aufwallung gerieth, keine Spur von einigem Erdbeben; zum wenigsten war es in einer mittelmässigen Entfernung von den Küsten gar nicht zu spüren. Gleichwohl ist diese Wasserbewegung nicht ganz ohne Beispiel. Im Jahre 1692 ward bei einem fast allgemeinen

Erdbeben auch dergleichen etwas an den Küsten von Holland, England und Deutschland wahrgenommen. Ich vernehme, dass Viele geneigt sind, und zwar nicht ohne Grund, dieses Aufwallen der Gewässer aus einer fortgesetzten Rüttelung, die das Meer an der portugiesischen Küste durch den unmittelbaren Stoss des Erdbebens bekommen hat, herzuleiten. Diese Erklärung scheinet anfänglich Schwierigkeiten ausgesetzt zu sein. Ich begreife wohl, dass in einem flüssigen Wesen ein jeglicher Druck durch die ganze Masse empfindbar werden muss; aber wie haben die Drückungen der Gewässer des protugiesischen Meeres, nachdem sie einige hundert Meilen sich ausgebreitet haben. das Wasser bei Glückstadt und Huysum noch einige Fuss hoch in Bewegung setzen können? Scheint es nicht, dass dorten himmelhohe Wasserberge hätten entstehen müssen, um hier kaum merkliche Wellen zu erregen? Ich antworte hierauf: es giebt zweierlei Art, wie ein flüssiges Wesen durch eine Ursache, die an einem Orte wirkt, in seiner ganzen Masse kann in Bewegung gesetzt werden. Entweder durch die schwankende Bewegung des Auf- und Niedersteigens, d. i. auf eine wellenförmige Art, oder durch einen plötzlichen Druck, der die Wassermasse in ihrem Innern erschüttert und als einen festen Körper forttreibt, ohne ihr Zeit zu lassen, durch eine schwankende Aufwallung dem Drucke auszuweichen und ihre Bewegung allmählich auszubreiten. Die erstere ist ohne Zweifel nicht vermögend zu der Erklärung der angeführten Begebenheit zuzureichen. Was die letztere betrifft, wenn man erwäget, dass das Wasser einem plötzlichen heftigen Drucke wie ein fester Körper widersteht, und diese Drückung zur Seite mit eben der Heftigkeit, die dem anliegenden Wasser nicht Zeit lässt, sich über den wagrechten Stand zu erheben, ausbreitet, wenn man z. E. den Versuch des Herrn Carrè in dem zweiten Theil der physischen Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften pag. 549 betrachtet, der in einem Kasten, der aus zweizölligen Brettern zusammengesetzt und mit Wasser gefüllt war, eine Flintenkugel abschoss, die durch ihren Schlag das Wasser so presste,

dass der Kasten ganz zersprengt wurde, so wird man sich einigen Begriff von dieser Art, das Wasser zu bewegen, machen können. Man stelle sich z. E. vor, dass die ganze westliche Küste von Portugal und Spanien von Capo St. Vincent bit an das Capo Finis terrae ohngefähr 100 deutsche Meilen weit erschüttert worden und dass diese Erschütterung sich ebenso weit in die See abendwärts erstreckt habe, so wurden 10000 deutsche Qradratmeilen des Meergrundes mit einer plötzlichen Bebung erhoben, deren Geschwindigkeit wir nicht zu hoch schätzen, wenn wir sie der Bewegung einer Pulvermine gleich setzen, die die aufliegenden Körper 15 Fuss hoch wirft, mithin im Stande ist (laut den Gründen der Mechanik), 30 Fuss in einer Secunde zurückzulegen. Dieser plötzlichen Rüttelung widerstand das aufliegende Wasser so, dass es nicht, wie bei langsamen Bewegungen geschieht, nachgab und in Wellen aufschwoll, sondern es empfing seinen ganzen Druck und trieb das umliegende Wasser ebenso heftig zur Seite fort, welches bei so schnellem Eindrucke als ein fester Körper anzusehen ist, davon das entfernte Ende mit eben derselben Geschwindigkeit fortrückt, als das angestossene fortgetrieben wird. Also ist in jedem Balken der flüssigen Materie (wenn ich mich dieses Ausdruckes bedienen darf), ob er gleich 2 oder 300 Meilen lang ist, keine verminderte Bewegung, wenn er als in einem Kanal eingeschlossen gedacht würde, der an dem entferneten Ende eine ebenso weite Eröffnung als beim Anfange hat. Allein wenn jene weiter ist, so wird die Bewegung durch dieselbe umgekehrt gerade um so viel sich vermindern. Nun muss man aber die Fortsetzung der Wasserbewegung rund um sich als in einem Zirkel ausgebreitet denken, dessen Erweiterung mit der Entfernung vom Mittelpunkte zunimmt, an dessen Grenze also das Fortfliessen des Wassers in eben demselben Maasse verringert wird; mithin wird es an den holsteinischen Küsten, welche 300 deutsche Meilen von dem angenommenen Mittelpunkte der Erschütterung entlegen sind, sechsmal geringer als an den portugiesischen befunden werden, welche der Voraussetzung nach einen Abstand

von ohngefähr 50 Meilen von eben dem Punkte haben. Die Bewegung an den holsteinischen und dänischen Küsten wird also noch gross genug sein, um 5 Fuss in einer Secunde durchzulaufen, welches der Gewalt eines sehr schnellen Stromes gleich kommt. Man konnte hiewider den Einwurf machen, dass die Fortsetzung des Druckes in die Gewässer der Nordsee nur durch den Kanal bei Calais geschehen könne, dessen Erschütterung, indem sie in ein weites Meer ausgebreitet wird, sich ungemein entkräften müsse. Allein wenn man erwäget, dass der Druck des Wassers zwischen den französischen und englischen Küsten, ehe es in den Kanal gelangt, durch die Pressung zwischen diesen Ländern ebenso viel sich vermehren müsste, als er durch die Ausbreitung hernach vermindert wird, so wird dadurch den Wirkungen der Erschütterung an gedachten holsteinischen Küsten nichts Beträchtliches entzogen werden können.

Bei dieser Pressung des Wassers ist das Allersonderbarste, dass sie sogar in Landseen, die gar keinen sichtbaren Zusammenhang mit dem Meere haben, bei Templin und in Norwegen gespüret worden. Dieses scheinet beinahe der stärkste unter allen Beweisen zu sein, die man jemals vorgebracht hat, die unterirdische Gemeinschaft der mittelländischen Gewässer mit dem Meere zu beweisen. Man müsste sich, um sich aus der Schwierigkeit, die dagegen aus dem Gleichgewichte gemacht werden kann, herauszuwickeln, vorstellen, das Wasser eines Sees flösse wirklich durch die Kanäle, dadurch es mit dem Meer zusammenhängt, beständig abwärts, weil dieselben aber enge sind, und das, was sie dadurch verlieren, hinlänglich durch die Bäche und Ströme, die hereinfliessen, ersetzt wird, so könne dieser Abfluss um deswillen nicht merklich werden.

Wiewohl in einer so seltsamen Begebenheit man nicht leicht ein übereiltes Urtheil fällen soll! Denn es ist nicht unmöglich, dass die Erregung der inländischen Seen auch aus andern Gründen könne hergekommen sein. Die unterirdische Luft, durch den Ausbruch dieses wüthenden Feuers in Bewegung gesetzt, könnte wohl durch die Spalten der Erdlagen sich hin-

durchdringen, die ihr ausser dieser gewaltsamen Ausspannung allen Durchgang verschliessen. Die Natur entdeckt sich nur nach und nach. Man soll nicht durch Ungeduld das, was sie vor uns verbirgt, ihr durch Erdichtung abzurathen suchen, sondern abwarten, bis sie ihre Geheimnisse in deutlichen Wirkungen ungezweifelt offenbaret.

Die Ursache der Erdbeben scheint bis in den Luftkreis ihre Wirkung auszubreiten. Einige Stunden vorher, ehe die Erde erschüttert wird, hat man öfters einen rothen Himmel und andere Merkmale einer veränderten Luftbeschaffenheit wahrgenommen. Die Thiere sind kurz zuvor ganz von Schrecken eingenommen. Die Vögel flüchten in die Häuser, Ratten und Mäuse kriechen aus ihren Löchern. In diesem Augenblicke bricht ohnfehlbar der erhitzte Dunst, welcher auf dem Punkte ist, sich zu entzünden, durch das obere Gewölbe der Erde. Ich getraue mir nicht auszumachen, was für Wirkungen man von ihm zu erwarten habe. Zum wenigsten sind sie für den Naturforscher nicht angenehm; denn was kann er sich für Hoffnung machen, hinter das Gesetz zu kommen, uach welchem die Veränderungen des Luftkreises nach einander abwechseln, wenn sich eine unterirdische Atmosphäre mit in ihre Wirkung mengt, und kann man wohl zweifeln, dass dieses nicht öfters geschehen müsse, da sonst kaum begreiflich wäre, wie in dem Wechsel der Witterungen, da die Ursachen derselben theils beständig, theils periodisch sind, gar keine Wiederkehr getroffen wird?

Anmerkung. Der Tag des Erdbebens in Island ist im vorigen Stück statt des 1. November auf den 11. September nach der Relation des 199. Stücks Hamb. Correspond. zu verbessern.

Gegenwärtige Betrachtungen sind als eine kleine Vorübung über die denkwürdige Naturbegebenheit, die in unsern Tagen geschehen ist, anzusehen. Die Wichtigkeit und mannichfaltige Besonderheiten desselben bewegen mich, eine ausführliche Geschichte dieses Erdbebens, die Ausbreitung desselben über die Länder

von Europa, die dabei vorkommenden Merkwürdigkeiten und die Betrachtungen, wozu sie veranlassen können, in einer ausführlicheren Abhandlung dem Publico mitzutheilen, die in einigen Tagen in der Köuigl. Hof- und Akad. Buchdruckerei zum Vorschein kommen wird. [2])

IX.

Geschichte und Naturbeschreibung

der

merkwürdigsten Vorfälle

des Erdbebens,

welches

an dem Ende des 1755sten Jahres

einen grossen Theil der Erde

erschüttert hat. 1)

1756.

Die Natur hat nicht vergeblich einen Schatz von Seltenheiten überall zur Betrachtung und Bewunderung ausgebreitet. Der Mensch, welchem die Haushaltung des Erdbodens anvertraut ist, besitzt Fähigkeit, er besitzt auch Lust, sie kennen zu lernen, und preiset den Schöpfer durch seine Einsichten. Selbst die fürchterlichen Werkzeuge der Heimsuchung des menschlichen Geschlechts, die Erschütterungen der Länder, die Wuth des in seinem Grunde bewegten Meeres, die feuerspeienden Berge fordern den Menschen zur Betrachtung auf, und sind nicht weniger von Gott als eine richtige Folge aus beständigen Gesetzen in die Natur gepflanzt, als andere schon gewohnte Ursachen der Ungemächlichkeit, die man darum für natürlicher hält, weil man mit ihnen mehr bekannt ist.

Die Betrachtung solcher schrecklichen Zufälle ist lehrreich. Sie demüthigt den Menschen dadurch, dass sie ihn sehen lässt, er habe kein Recht, oder, zum wenigsten, er habe es verloren, von den Naturgesetzen, die Gott angeordnet, lauter bequemliche Folgen zu erwarten, und er lernt vielleicht auch auf diese Weise einsehen, dass dieser Tummelplatz seiner Begierden billig nicht das Ziel aller seiner Absichten enthalten sollte.

Vorbereitung.

Von der Beschaffenheit des Erdbodens in seinem Inwendigen.

Wir kennen die Oberfläche des Erdbodens, wenn es auf die Weitläuftigkeit ankommt, ziemlich vollständig.

Allein wir haben noch eine Welt unter unsern Füssen, mit der wir zur Zeit nur sehr wenig bekannt sind. Die Bergspalten, welche unserem Senkblei unergründliche Klüfte eröffnen, die Höhlen, die wir in dem Inneren der Berge antreffen, die tiefsten Schachte der Bergwerke, die wir Jahrhunderte hindurch erweitern, sind bei weitem nicht zureichend, uns von dem inwendigen Bau des grossen Klumpens, den wir bewohnen, deutliche Kenntnisse zu verschaffen.

Die grösste Tiefe, zu welcher Menschen von der obersten Fläche des festen Landes hinabgekommen sind, beträgt noch nicht 500 Klafter; d. i. noch nicht den sechstausendsten Theil von der Entfernung bis zum Mittelpunkte der Erde, und gleichwohl befinden sich diese Grüfte noch in den Gebirgen, und selbst alles feste Land ist ein Berg, in welchem, um nur zu gleicher Tiefe, als der Meeresgrund liegt, zu gelangen, man wenigstens dreimal tiefer hinabkommen müsste.

Was aber die Natur unserem Auge und unseren unmittelbaren Versuchen verbirgt, das entdeckt sie selber durch ihre Wirkungen. Die Erdbeben haben uns geoffenbart, dass die Oberfläche der Erde voller Wölbungen und Höhlen sei, und dass unter unseren Füssen verborgene Minen mit mannichfaltigen Irrgängen allenthalben fortlaufen. Der Verfolg in der Geschichte des Erdbebens wird dieses ausser Zweifel setzen. Diese Höhlen haben wir ebenderselben Ursache zuzuschreiben, welche den Meeren ihr Bette zubereitet hat. Denn es ist gewiss, wenn man von den Ueberbleibseln, die das Weltmeer von seinem ehemaligen Aufenthalte über dem gesammten festen Lande zuzurückgelassen hat, von den unermesslichen Muschelhaufen, die selbst in dem Inneren der Berge angetroffen werden, von den versteinerten Seethieren, die man aus den tiefsten Schachten herausbringt, ich sage, wenn man von Allem diesem nur einigermassen unterrichtet ist, so wird man leicht einsehen, dass erstlich das Meer ehedem eine lange Zeit alles Land überdeckt habe, dass dieser Aufenthalt lange gedauert habe und älter als die Sündfluth sei, und dass endlich das Gewässer sich unmöglich anders habe zurück-

ziehen können, als dass der Boden desselben hin und wieder in tiefe Grüfte herabgesunken ist und demselben tiefe Becken zubereitet hat, darin es abgeflossen ist und zwischen deren Ufer es noch jetzt beschränkt erhalten wird, indessen die erhöheten Gegenden dieser eingesunkenen Rinde festes Land geworden sind, welches allenthalben mit Höhlungen untergraben und dessen Streke mit den steilen Gipfeln besetzt ist, die unter den Namen der Gebirge die oberste Höhe des festen Landes nach allen denjenigen Richtungen durchlaufen, nach welchen es sich in eine beträchtliche Länge erstreckt.

Diese Höhlen enthalten alle ein loderndes Feuer, oder wenigstens denjenigen brennbaren Zeug, der nur einer geringen Reizung bedarf, um mit Heftigkeit um sich zu wüthen und den Boden über sich zu erschüttern oder gar zu spalten.

Wenn wir das Gebiet dieses unterirdischen Feuers in dem ganzen Umfange, wohin es sich erstreckt, erwägen, so werden wir gestehen müssen, dass wenige Länder auf dem Erdboden sind, die nicht bisweilen dessen Wirkung verspürt hätten. In dem äussersten Norden ist die Insel Island den heftigsten Anfällen desselben, und zwar nicht selten, unterworfen. Man hat in England und selbst in Schweden einige leichte Erschütterungen gehabt. Gleichwohl finden sie sich in den südlichen Ländern, ich meine denenjenigen, die dem Aequator näher liegen, häufiger und stärker. Italien, die Inseln aller Meere, welche der Mittellinie nahe liegen, vornehmlich die im indischen Ocean, sind von dieser Beunruhigung ihres Fussbodens häufig angefochten. Unter den letzteren ist fast nicht eine einzige, die nicht einen Berg hätte, der entweder noch jetzt bisweilen Feuer spiee, oder es wenigstens vormals gethan hätte; und der Erschütterung sind sie ebenso häufig unterworfen. Es ist eine artige Vorsicht, wenn man hierin der Nachricht Hübner's glauben darf, die die Holländer um deswillen anwenden, um das kostbare Gewürz der Muscaten und Würznelken, die sie einzig und allein auf den beiden Inseln Banda und Amboina fortzupflanzen erlauben, nicht der Gefahr blosszustellen, von dem Erdboden vertilgt zu werden, wenn eine

dieser Inseln etwa das Schicksal eines völligen Untergangs durch ein Erdbeben betreffen sollte, dass sie auf einer anderen weit davon entlegenen jederzeit eine Pflanzschule beider Gewächse unterhalten. Peru und Chili, welche der Linie nahe liegen, sind von diesem Uebel häufiger wie irgend ein Land in der Welt beunruhigt. In dem ersten Lande geht fast kein Tag vorbei, da nicht einige leichte Stösse von Erdbeben verspürt werden. Man darf sich nicht einbilden, dieses sei als eine Folge der weit grösseren Sonnenhitze, welche auf das Erdreich dieser Länder wirkt, anzusehen. In einem Keller, der kaum 40 Fuss Tiefe hat, ist fast gar kein Unterschied zwischen Sommer und Winter zu spüren. So wenig ist die Sonnenwärme vermögend, das Erdreich in grossen Tiefen zu durchdringen, um den entzündbaren Stoff zu locken und in Bewegung zu setzen. Vielmehr richten sich die Erdbeben nach der Beschaffenheit der unterirdischen Grüfte, und diese nach demjenigen Gesetze, nach welchem die Einsinkungen der obersten Erdrinde im Anfange geschehen sein müssen, die, je näher zur Linie, desto tiefere und mannichfaltigere Einbeugungen gemacht haben, wodurch diese Minen, die den Zunder zu den Erdbeben enthalten, weitläuftiger und dadurch zu der Entzündung desselben geschickter geworden.

Diese Vorbereitung von den unterirdischen Gängen ist zur Einsicht dessen, was von der weiten Ausbreitung der Erdbeben in grosse Länder, von dem Striche, den sie halten, von den Orten, wo sie am meisten wüthen und von denjenigen, wo sie sich zuerst anheben, in der Folge vorkommen wird, von keiner geringen Erheblichkeit.

Ich fange nunmehr von der Geschichte des letzteren Erdbebens selber an. Ich verstehe unter derselben keine Geschichte der Unglücksfälle, die die Menschen dadurch erlitten haben, kein Verzeichniss der verheerten Städte und unter ihrem Schutt begrabenen Einwohner. Alles, was die Einbildungskraft sich Schreckliches vorstellen kann, muss man zusammennehmen, um das Entsetzen sich einigermassen vorzubilden, darin sich die Menschen befinden müssen, wenn die

Erde unter ihren Füssen bewegt wird, wenn Alles um sie her einstürzt, wenn ein in seinem Grunde bewegtes Wasser das Unglück durch Ueberströmungen vollkommen macht, wenn die Furcht des Todes, die Verzweiflung des völligen Verlusts aller Güter, endlich der Anblick anderer Elenden den standhaftesten Muth niederschlagen. Eine solche Erzählung würde rührend sein, sie würde, weil sie eine Wirkung auf das Herz hat, vielleicht auch eine auf die Besserung desselben haben können. Allein ich überlasse diese Geschichte geschickteren Händen. Ich beschreibe hier nur die Arbeit der Natur, die merkwürdigen natürlichen Umstände, welche die schrekliche Begebenheit begleitet haben, und die Ursachen derselben.

Von den Vorboten des letzteren Erdbebens.

Das Vorspiel der unterirdischen Entzündung, welche in der Folge so entsetzlich geworden ist, setze ich in der Lufterscheinung, die zu Locarno in der Schweiz den 14. October vorigen Jahres Morgens um 8 Uhr wahrgenommen wurde. Ein warmer, als aus einem Ofen kommender Dampf breitete sich aus und verwandelte sich in 2 Stunden in einen rothen Nebel, daraus gegen Abend ein blutrother Regen entstand, welcher, da er aufgefangen wurde, $1/9$ eines röthlichen leimichten Bodensatzes fallen liess. Der 6 Fuss hohe Schnee war ebenfalls roth gefärbt. Dieser Purpurregen wurde 46 Stunden, das ist ohngefähr 20 deutsche Meilen ins Gevierte, ja selbst bis in Schwaben wahrgenommen. Auf diese Lufterscheinung folgten unnatürliche Regengüsse, die in drei Tagen auf 23 Zoll hoch Wasser gaben, das ist mehr, als in einem Lande von mittelmässig feuchter Beschaffenheit das ganze Jahr hindurch herabfällt. Dieser Regen dauerte über 14 Tage, obgleich nicht jederzeit mit gleicher Heftigkeit. Die Flüsse in der Lombardei, die in den Schweizergebirgen ihren Ursprung nehmen, imgleichen die Rhone, schwollen von Wasser auf und traten über ihre Ufer. Von dieser Zeit an herrschten fürchterliche Orkane in der Luft, welche überall grausam wütheten. Noch in der Mitte

des Novembers fiel in Ulm ein dergleichen Purpurregen, und die Unordnung in dem Luftkreise, die Wirbelwinde in Italien, die überaus nasse Witterung dauerten fort.

Wenn man sich einen Begriff von den Ursachen dieser Erscheinung und deren Folgen machen will, so muss man auf die Beschaffenheit des Bodens, über dem sie sich zugetragen hat, Acht haben. Die schweizerischen Gebirge begreifen insgesammt weitläuftige Klüfte unter sich, die ohne Zweifel mit den tiefsten unterirdischen Gängen im Zusammenhange stehen. Scheuchzer zählt beinahe 20 Schlünde, welche zu gewissen Zeiten Winde ausblasen. Wenn wir nun annehmen, dass die in dem Inneren dieser Höhlen verborgenen mineralischen Materien mit denen Flüssigkeiten, womit sie aufbrausen, in Vermischung und dadurch in eine innere Gährung gerathen sind, die die feuernährenden Materien zu derjenigen Entzündung vorbereiten konnte, welche binnen einigen Tagen völlig ausbrechen sollte; wenn wir z. E. diejenige Säure, die in dem Salpetergeiste steckt, und die nothwendig die Natur selber zubereitet, uns vorstellen, wie sie, entweder durch den Zufluss des Wassers oder anderer Ursachen in Bewegung gebracht, die Eisenerde, worauf sie fiel, angriff, so werden diese Materien bei ihrer Vermengung sich erhitzt und rothe warme Dämpfe aus den Klüften der Gebirge ausgestossen haben, womit in der Heftigkeit der Aufwallung die Partikeln der rothen Eisenerde zugleich vermengt und fortgeführt worden sind, welches den leimichten Blutregen, davon wir Erwähnung gethan haben, veranlasst hat. Die Natur solcher Dünste geht dahin, die Ausspannungskraft der Luft zu verringern und eben dadurch die in derselben hängenden Wasserdünste zusammenfliessend zu machen, imgleichen durch das Herbeiziehen aller rund umher in dem Luftkreise schwebenden feuchten Wolken, vermöge des natürlichen Abhanges nach der Gegend, wo die Höhe der Luftsäule verringert ist, diejenigen heftigen und anhaltenden Platzregen zu verursachen, welche in den genannten Gegenden wahrgenommen wurden.

Auf solche Weise kündigte die unterirdische Gährung das Unglück, das sie im Verborgenen zubereitete, durch ausgestossene Dämpfe zum Voraus an.*) Die Vollendung des Schicksals folgte ihr mit langsamen Schritten nach. Eine Gährung schlägt nicht sogleich in Entzündungen aus. Die gährenden und erhitzten Materien müssen ein brennbares Oel, Schwefel, Erdpech oder dergleichen etwas antreffen, um in Entzündung zu gerathen. So lange breitete sich die Erhitzung hin und wieder in den unterirdischen Gängen aus, und in dem Augenblicke, da die aufgelösten brennbaren Materien in der Mischung mit den anderen bis auf den Punkt, in Feuer zu gerathen, erhitzt waren, wurden die Gewölbe der Erde erschüttert, und der Schluss der Verhängnisse war vollführt.

Das Erdbeben und die Wasserbewegung vom 1. November 1755.

Der Augenblick, in dem dieser Schlag geschahe, scheint am richtigsten auf 9 Uhr 59 Minuten Vormittags zu Lissabon bestimmt zu sein. Diese Zeit stimmt genau mit derjenigen, da es in Madrid wahrgenommen worden, nämlich 10 Uhr 17 bis 18 Minuten, überein, wenn man den Unterschied der Länge beider Städte in den Unterschied der Zeit verwandelt. Zu derselben Zeit wurden die Gewässer in einem erstaunlichen Umfange, sowohl diejenigen, die mit dem Weltmeere eine sichtbare Gemeinschaft haben, als auch welche darin auf eine verborgene Art stehen mögen, in Erschütterung gesetzt. Von Abo in Finnland an bis in den Archipelagus von Westindien sind wenig oder gar keine Küsten davon frei geblieben. Sie hat eine Strecke von 1500 Meilen fast in ebenderselben Zeit beherrscht. Wenn man versichert wäre, dass die

*) Acht Tage vor der Erschütterung war die Erde bei Cadix mit einer Menge von aus der Erde gekrochenem Gewürm bedeckt. Diese hatte die nur angeführte Ursache hevorgetrieben. Bei einigen anderen Erdbeben sind heftige Blitze in der Luft, und die Bangigkeit, die man bei Thieren bemerkt, Vorboten gewesen.

Zeit, darin sie zu Glückstadt an der Elbe verspürt worden, nach den öffentlichen Nachrichten ganz genau auf 11 Uhr 30 Minuten zu setzen wäre, so würde man daraus schliessen, dass die Wasserbewegung 15 Minuten zugebracht habe, von Lissabon bis an die holsteinischen Küsten zu gelangen. In eben dieser Zeit wurde sie auch an allen Küsten des mittelländischen Meers verspürt, und man weiss noch nicht die ganze Weite ihrer Erstreckung.

Die Gewässer, die auf dem festen Lande von aller Gemeinschaft mit dem Meere scheinen abgeschnitten zu sein, die Brunnquellen, die Seen, wurden in vielen weit von einander entlegenen Ländern zu gleicher Zeit in ausserordentliche Regung versetzt. Die meisten Seen in der Schweiz, der See bei Templin in der Mark, einige Seen in Norwegen und Schweden geriethen in eine wallende Bewegung, die weit ungestümer und unordentlicher war, als bei einem Sturme, und die Luft war zugleich stille. Der See bei Neufchatel, wenn man sich auf die Nachrichten verlassen darf, verlief sich in verborgene Klüfte, und der bei Meiningen that dieses gleichfalls, kam aber bald wiederum zurück. In eben diesen Minuten blieb das mineralische Wasser zu Teplitz in Böhmen plötzlich aus und kam blutroth wieder. Die Gewalt, womit das Wasser hindurchgetrieben war, hatte seine alten Gänge erweitert, und es bekam dadurch einen stärkeren Zufluss. Die Einwohner dieser Stadt hatten gut: *te deum laudamus* zu singen, indessen die zu Lissabon ganz andere Töne anstimmten. So sind die Zufälle beschaffen, welche das menschliche Geschlecht betreffen. Die Freude der Einen und das Unglück der Andern haben oft eine gemeinsame Ursache. Im Königreiche Fez in Afrika spaltete eine unterirdische Gewalt einen Berg und goss blutrothe Ströme aus seinem Schlunde. Bei Angoulême in Frankreich hörte man ein unterirdisches Gestöse; es öffnete sich eine tiefe Gruft auf der Ebene und hielt unergründliches Wasser in sich. Zu Gemenox in Provence wurde eine Quelle plötzlich schlammicht und ergoss sich darauf roth gefärbt. Die umliegenden Gegenden berichteten

gleiche Veränderungen an ihren Quellen. Alles dieses geschah in denselben Minuten, da das Erdbeben die Küsten von Portugal verheerte. Es wurden auch hin und wieder in eben diesem kurzen Zeitpunkte einige Erderschütterungen in weit entlegenen Ländern wahrgenommen. Allein sie geschahen fast alle dicht an der Seeküste. Zu Cork in Irland, imgleichen zu Glückstadt und an einigen anderen Orten, die am Meere liegen, geschahen leichte Bebungen. Mailand ist vielleicht derjenige Ort, der noch in der weitesten Entfernung von dem Seeufer an ebendem selben Tage erschüttert worden. Eben diesen Vormittag um 8 Uhr tobte der Vesuvius bei Neapolis und ward stille gegen die Zeit, da die Erschütterung zu Portugal geschah.

Betrachtung über die Ursache dieser Wasserbewegung.

Die Geschichte hat kein Exempel von einer so weit ausgebreiteten und in dem Verlauf von wenigen Minuten zugleich gespürten Rüttelung aller Gewässer und eines grossen Theils der Erde. Man hat daher Behutsamkeit nöthig, um aus einem einzigen Vorfall die Ursache derselben abzunehmen. Man kann sich vornehmlich folgende Ursachen gedenken, welche die angeführte Naturbegebenheit hätten hervorbringen können. Entweder erstlich durch eine Bebung des Meeresgrundes allenthalben unmittelbar unter denjenigen Oertern, wo die See in Rüttelung gerieth; und alsdann müsste man Grund angeben, warum die Feuerader, die diese Bebungen hervorbrachte, blos unter dem Boden der Seen fortgelaufen sei, ohne unter die Länder sich zu erstrecken, die mit diesen Meeren in naher Verbindung stehen und oft die Gemeinschaft derselben unterbrechen. Man würde sich durch die Frage betreten finden, woher die Erschütterung des Bodens, da sie von Glückstadt an der Nordsee bis zu Lübeck an der Ostsee und an den mecklenburgischen Küsten sich ausgebreitet hat, nicht in Holstein empfunden worden, welches zwischen diesen Meeren mitten inne liegt, und woselbst nur etwa eine gelinde Bebung dicht an dem Ufer des Gewässers verspürt

worden, keine aber in dem Inneren des Landes. Am deutlichsten aber wird man durch die Wallung der weit von dem Meere entlegenen Wasser überführt, als des Sees bei Templin, derer in der Schweiz und anderer. Man kann leicht erachten, dass, um ein Gewässer durch die Bebung des Bodens in ein so gewaltiges Aufwallen zu bringen, die Erschütterung gewiss nicht gering sein müsse. Warum aber haben diesen gewaltigen Stoss alle umliegende Länder nicht empfunden, unter welchen die Feuerader doch nothwendig müsste fortgelaufen sein? Man sieht leicht, dass alle Merkmale der Wahrheit dieser Meinung entgegen sind. Eine Erschütterung, die der dichten Masse der Erde selber durch einen an einem Orte geschehenen heftigen Schlag rund umher eingedrückt worden, sowie der Boden in einiger Entfernung bebt, wenn ein Pulverthurm springt, verliert in der Anwendung auf diesen Fall auch ganz und gar die Wahrscheinlichkeit, sowohl aus der schon angeführten Ursache, als wegen des entsetzlichen Umfanges, welcher, wenn man ihn mit dem Umfange der ganzen Erde vergleicht, einen so beträchtlichen Theil derselben ausmacht, dass dessen Bebung nothwendig eine Schüttelung der ganzen Erdkugel hätte nach sich ziehen müssen. Nun kann man sich aber aus dem Buffon belehren, dass ein Ausbruch des unterirdischen Feuers, welches ein Gebirge, das 1700 Meilen lang und 40 breit wäre, eine Meile hoch werfen könnte, den Erdkörper nicht einen Daumen breit aus seiner Lage würde verrücken können.

Wir werden also die Ausbreitung dieser Wasserbewegung in einer Mittelmaterie zu suchen haben, die geschickter ist, eine Erschütterung in grossen Weiten mitzutheilen, nämlich in dem Gewässer der Meere selber, welches mit demjenigen im Zusammenhange steht, das durch eine unmittelbare Bebung des Seegrundes in eine heftige und plötzliche Rüttelung versetzt wurde.

Ich habe in den wöchentlichen Königsbergschen Anzeigen die Gewalt zu schätzen gesucht, womit das Meer durch den Schlag der von seinem Boden geschehenen Bebung in dem ganzen Umfange fortgetrieben

worden, indem ich den erschütterten Platz des Seegrundes nur als ein Viereck angenommen, dessen Seite der Entfernung von Cap St. Vincent und Cap Finisterre, d. i. der Länge der westlichen Küsten von Portugal und Spanien gleich ist, und die Gewalt des auffahrenden Grundes, wie die von einer Pulvermine, angesehen, welche im Aufspringen vermögend ist, die Körper, die darüber befindlich sind, 15 Fuss hoch zu werfen, und nach den Regeln, nach denen die Bewegung in einem flüssigen Wesen fortgesetzt wird, sie an den holsteinischen Küsten stärker als den schnellsten anprellenden Strom befunden. Lasst uns hier die Gewalt, die es aus diesen Ursachen ausgeübt hat, noch aus einem anderen Gesichtspunkte betrachten. Der Graf Marsigli hat die grösste Tiefe des mittelländischen Meeres durch das Senkblei über 8000 Fuss befunden, und es ist gewiss, dass das Weltmeer in gehöriger Entfernung vom Lande noch tiefer sei; wir wollen es aber hier nur 6000 Fuss d. i. 1000 Klaftern tief annehmen. Wir wissen, dass die Last, womit eine so hohe Säule von Meereswasser auf den Grund der See drückt, den Druck der Atmosphäre beinahe 200mal übertreffen müsse, und dass sie die Gewalt, womit das Feuer hinter einer Kugel her ist, die aus der Höhlung einer Karthaune in der Zeit eines Pulschlags 100 Klafter weit fortgeschleudert wird, noch weit übertreffe. Diese erstaunliche Last konnte die Gewalt nicht zurückhalten, womit das unterirdische Feuer den Meeresgrund schnell in die Höhe stiess, also war diese bewegende Gewalt grösser. Mit welchem Drucke wurde also das Wasser gepresst, um nach den Seiten plötzlich fortzuschiessen? und ist es wohl zu verwundern, wenn es in einigen Minuten in Finnland und zugleich in Westindien gespürt wurde? Man kann gar nicht ausmachen, wie gross die Grundfläche der unmittelbaren Erschütterung eigentlich gewesen sein möge; sie wird vielleicht ungleich grösser sein, als wir sie angenommen haben; aber unter den Meeren, wo die Wasserbewegung ohne alles Erdbeben verspürt worden, an den holländischen, englischen, norwegischen Küsten und in der Ostsee ist sie gewiss nicht

im Meeresgrunde anzutreffen gewesen. Denn alsdann wäre das feste Land in seinem Inneren gewiss mit erschüttert worden, welches aber gar nicht beobachtet wurde.

Indem ich die heftige Erschütterung aller zusammenhängenden Theile des Oceans dem einzigen Stosse zuschreibe, den sein Boden in einem gewissen Bezirke erlitten hat, so will ich darum die wirkliche Ausbreitung des unterirdischen Feuers unter dem festen Lande fast des gesammten Europens nicht geleugnet haben. Sie sind aller Wahrscheinlichkeit nach zu gleicher Zeit geschehen, und haben an den Erscheinungen, die sich ereigneten, beide Antheil gehabt, nur dass eine jede insbesondere nicht für die einzige Ursache aller insgesammt anzusehen ist. Die Bebung des Wassers in der Nordsee, welche einen plötzlichen Stoss empfinden liess, war nicht die Wirkung eines unter dem Grunde tobenden Erdbebens. Solche Erschütterungen müssten, um dergleichen Wirkung hervorzubringen, sehr heftig sein, und hätten also unter dem festen Lande sehr merklich müssen verspürt werden. Allein darum bin ich nicht in Abrede, dass selbst alles feste Land in eine leichte Schwankung durch eine schwache Kraft der unter seinem Boden entbrannten Dünste oder anderer Ursachen versetzt worden. Man sieht dieses an Mailand, das an diesem Tage mit der grössten Gefahr eines gänzlichen Umsturzes bedroht worden. Wir wollen also setzen, dass die Erde durch ein leichtes Schwanken in eine gelinde Bewegung gesetzt worden, die so gross gewesen, dass sie auf 100 rheinl. Ruthen das Erdreich um einen Zoll wechselsweise hin und her gewackelt hat, so wird diese Bewegung so unmerklich gewesen sein, dass ein Gebäude von 4 Ruthen Höhe nicht um die Hälfte eines Grans, d. i. um einen halben Messerrücken aus der senkrechten Stellung dadurch hat gebracht werden können, welches selbst auf den höchsten Thürmen kaum merklich werden würde. Dagegen haben die Seen diese unempfindliche Bewegung sehr merklich machen müssen. Denn wenn ein See z. Ex. nur 2 deutsche Meilen lang ist, so wird sein Wasser

durch dieses geringe Wanken seines Bodens schon in eine recht starke Schaukelung versetzt werden; denn das Wasser hat alsdann auf 14000 Zoll ohngefähr einen Zoll Fall, und einen Ablauf, der fast nur um die Hälfte kleiner ist, als der Ablauf eines recht schnellen Flusses, wie Wasserabwägung der Seine bei Paris uns belehren kann; welches nach etlichen hin und wieder geschehenen Schwingungen dem Wasser wohl eine ausserordentliche Rüttelung hat verursachen können. Wir können aber die Erdbewegung mit gutem Fug noch einmal so gross annehmen, als wir gethan haben, ohne dass es auf dem festen Lande füglich hätte gespürt werden können, und dann fält die Bewegung der inländischen Seen um desto begreiflicher in die Augen.

Man wird sich also nicht mehr wundern, wenn alle inländischen Seen in der Schweiz, in Schweden, in Norwegen und in Deutschland, ohne eine Erschütterung des Bodens zu fühlen, so unruhig und aufwallend erblickt worden sind. Man findet es aber etwas ausserordentlicher, dass gewisse Seen bei dieser Unordnung gar versiegt sind; als der See bei Neufchatel, der bei Como, und der bei Meiningen, obgleich deren einige sich schon wieder mit Wasser angefüllt haben. Diese Begebenheit aber ist nicht ohne Exempel. Man hat einige Seen auf dem Erdboden, die ganz ordentlich sich zu gewissen Zeiten durch verborgene Kanäle verlaufen und zur gesetzten Zeit wiederkommen. Der Cirknitzer See im Herzogthum Krain ist ein merkwürdiges Beispiel hievon. Er hat in seinem Boden einige Löcher, durch welche er aber nicht eher abfliesst, als um Jacobi, da er sich denn mit allen Fischen plötzlich verläuft, und nachdem er drei Monate lang seinen Boden als einen guten Weide- und Ackerplatz trocken gelassen hat, gegen den Novembermonat sich plötzlich wieder einfindet. Man erklärt diese Naturbegebenheit sehr begreiflich durch die Vergleichung mit dem Diabetes der Hydraulik. Allein in unseren vorliegenden Fällen kann man leicht erachten, dass, da viele Seen durch unter ihrem Boden befindliche Quelladern Zufluss bekommen, diese, die in den umliegenden An-

höhen ihren Ursprung finden, nachdem die Wirkung der unterirdischen Erhitzung und Ausdämpfung in den Höhlungen, welche ihre Wasserhälter sind, die Luft verschlungen, in dieselbe dadurch zurückgezogen worden sind, und selbst ein kräftiges Saugwerk abgegeben haben, den See mit hineinzuführen; der, nach hergestelltem Gleichgewichte der Luft, seinen natürlichen Ausgang wieder gesucht hat. Denn dass ein Landsee, wie die öffentlichen Berichte von dem zu Meiningen haben erklären wollen, durch die unterirdische Gemeinschaft mit dem Meere unterhalten werde, weil er keinen äusserlichen Zufluss von Bächen hat, ist sowohl wegen der dawider streitenden Gesetze des Gleichgewichts, als auch wegen der Salzigkeit des Meerwassers einer gar zu offenbaren Ungereimtheit ausgesetzt.

Die Erdbeben haben das schon als etwas Gewöhnliches an sich, dass sie die Wasserquellen in Unordnung bringen. Ich könnte hier ein ganzes Register von verstopften und an anderen Orten ausgebrochenen Quellen, von recht hoch aus der Erde herausgeschossenem Springwasser und dergleichen aus der Geschichte anderer Erdbeben anführen; allein ich bleibe bei meinem Gegenstande. Aus Frankreich hat man uns an einigen Orten berichtet, dass Quellen verstopft worden und andere übermässig viel Wasser gegeben haben. Der Teplitzer Brunn blieb aus, machte den armen Teplitzern bange, kam zuerst schlammicht, dann blutroth, zuletzt natürlich und stärker als vorher wieder. Die Verfärbung der Wasser in so vielen Gegenden, selbst im Königreiche Fez und in Frankreich ist, meinem Erachten nach, der Vermischung der durch die Erdschichten, wo die Quellen ihren Durchgang haben, gedrungenen, mit Schwefel und Eisentheilchen in Gährung gerathenen Dämpfe zuzuschreiben. Wenn diese bis in das Inwendige der Cisternen dringen, die den Ursprung des Brunnquells enthalten, so treiben sie entweder ihn mit grösserer Gewalt heraus, oder, indem sie das Wasser in andere Gänge pressen, so verändern sie seinen Ausfluss.

Dieses sind die vornehmsten Merkwürdigkeiten der Geschichte vom 1. November und der Wasserbewegung,

die die seltenste von ihren Umständen ist. Es ist mir überaus glaublich, dass die Erderschütterungen, die sich dicht am Meeresufer, oder eines Wassers, das damit Gemeinschaft hat, zugetragen haben, zu Cork in Irland, in Glückstadt, und hin und wieder in Spanien grösstentheils eben dem Drucke des gepressten Meerwassers zuzuschreiben sind, dessen Gewalt unglaublich gross sein muss, wenn man die Heftigkeit, womit es anschlägt, durch die Fläche multipizirt, worauf es trifft; und ich bin der Meinung, das Unglück von Lissabon sei, sowie das von den meisten Städten der westlichen Küste Europens, der Lage zuzuschreiben, die es in Ansehung der beregten Gegend des Oceans gehabt hat, da dessen ganze Gewalt noch überdem in der Mündung des Tajo, durch die Enge eines Busens verstärkt, den Boden ausserordentlich erschüttern musste. Man mag urtheilen, ob die Erderschütterung lediglich in Städten, die am Meeresufer liegen, würde deutlich haben bemerkt werden können, die doch in dem Inneren des Landes nicht empfindlich war, wenn nicht der Druck der Wasser einen Antheil an derselben gehabt hätte.

Noch ist die letzte Erscheinung dieser grossen Begebenheit merkwürdig, da eine geraume Zeit, nämlich beinahe 1 bis 1½ Stunden nach dem Erdbeben, eine entsetzliche Aufthürmung der Wasser im Ocean und eine Aufschwellung des Tajo, die wechselsweise 6 Fuss höher, als die höchste Fluth stieg und bald darauf fast so viel niedriger, als die niedrigste Ebbe fiel, gesehen wurde. Diese Bewegung des Meeres, die eine geraume Zeit nach dem Erdbeben, und nach dem ersten entsetzlichen Drucke der Wasser sich ereignete, vollendete auch das Verderben der Stadt Setubal, indem es über deren Trümmer sich erhob und, was die Erschütterung verschont hatte, völlig aufrieb. Wenn man sich vorher von der Heftigkeit des durch den bewegten Meeresgrund fortgeschossenen Seewassers einen rechten Begriff gemacht hat, so wird man sich leicht vorstellen können, dass es mit Gewalt wieder zurückkehren müsse, nachdem sich sein Druck in alle die unermesslichen Gegenden umher ausgebreitet hatte. Die Zeit seiner Wiederkehr hängt von dem weiten Umfange ab,

in welchem es um sich her gewirkt hat, und seine Aufwallung, vornehmlich an den Ufern, muss nach Maassgebung derselben auch ebenso fürchterlich gewesen sein.*)

Das Erdbeben vom 18. November.

Von dem 17. bis 18. eben dieses Monats berichten die öffentlichen Nachrichten eine namhafte Erderschütterung an den Küsten sowohl von Portugal, als Spanien und in Afrika. Den 17. Mittags war sie in Gibraltar an der Meerenge des mittelländischen Meeres, und gegen Abend zu Whitehaven in Yorkshire in England zu spüren. Den 17. auf den 18. war sie schon in den englischen Pflanzstädten von Amerika. Denselben 18. wurde es auch in der Gegend von Aquapendente und della Grotta in Italien heftig gefühlt.**)

Das Erdbeben vom 9. December.

Nach dem Zeugnisse der öffentlichen Nachrichten hat Lissabon keine so heftigen Anfälle der Erschütterung seit dem 1. December erlitten, als diejenige vom 9. December. Es wurde dieses an den südlichen Küsten von Spanien, an selbigen von Frankreich, durch die Schweizergebirge, Schwaben, Tyrol bis in Baiern verspürt. Es durchstrich von Südwesten nach Nordosten gegen 300 deutsche Meilen, und indem es sich in der Richtung derjenigen Kette von Bergen hielt, die die oberste Höhe des festen Landes von Europa

*) In dem Hafen zu Huysum wurde diese Aufwallung des Wassers auch zwischen 12 und 1, also um eine Stunde später als der erste Stoss der Gewässer in der Nordsee, wahrgenommen.

**) Imgleichen zu Glowson, in der Grafschaft Hertford, wo es bei einem heftigen Getöse einen Abgrund eröffnete, welcher ein sehr tiefes Wasser in sich enthielt.

seiner Länge nach durchlaufen, breitete es sich nicht sehr seitwärts aus. Die sorgfältigsten Erdbeschreiber, Varen, Buffon, Lulof bemerken, dass, gleichwie alles Land, welches mehr in die Länge als Breite sich erstreckt, in der Richtung seiner Länge von einem Hauptgebirge durchlaufen wird, also der vornehmste Strich der Gebirge Europens aus einem Hauptstamme, nämlich den Alpen gegen Westen, durch die südlichen Provinzen von Frankreich, mitten durch Spanien bis an das äusserste Ufer von Europa gegen Abend sich erstrecke, obgleich es unterwegs ansehnliche Nebenäste ausschiesst, und ebenso ostwärts durch die tyrolischen und andere weniger ansehnliche Berge zuletzt mit den karpathischen zusammenstösst.

Diese Richtung durchlief das Erdbeben in demselben Tage. Wenn die Zeit der Erschütterung eines jeden Orts richtig aufgezeichnet wäre, so würde man die Schnelligkeit einigermassen schätzen und die Gegend der ersten Entzündung wahrscheinlich bestimmen können; nun sind aber die Nachrichten so wenig zusammenstimmend, dass in Ansehung dessen auf nichts sich zu verlassen ist.

Ich habe schon sonst angeführt, dass die Erdbeben gemeiniglich, wenn sie sich ausbreiten, den Strich der höchsten Gebirge halten, und zwar durch ihre ganze Erstreckung, ob diese sich gleich, je mehr sie sich dem Meeresufer nähern, desto mehr erniedrigen. Die Richtung langer Flüsse bezeichnet sehr gut die Richtung der Gebirge, als zwischen deren neben einander laufenden Reihen dieselben, als in dem untersten Theile eines langen Thales fortlaufen. Dieses Gesetz der Ausbreitung der Erdbeben ist keine Sache der Speculation oder Beurtheilung, sondern etwas, das durch Beobachtungen vieler Erdbeben bekannt worden ist. Man muss sich deshalb an die Zeugnisse des Raj, Buffon, Gentil u. s. w. halten. Allein dieses Gesetz hat so viele innere Wahrscheinlichkeit, dass es auch von sich selber sich leichtlich Beifall erwerben muss. Wenn man bedenkt, dass die Oeffnungen, dadurch das unterirdische Feuer Ausgang sucht, nirgends anders als in den Gipfeln der Berge sind, dass man niemals in den

Ebenen feuerspeiende Schlünde wahrgenommen hat, dass in Ländern, wo die Erdbeben gewaltig und häufig sind, die mehresten Berge weite Rachen enthalten, die zum Auswurfe des Feuers dienen, und dass, was unsere europäischen Berge betrifft, man sonst nirgends, als in ihnen geräumige Höhlungen entdeckt, die ohne Zweifel in einem Zusammenhang stehen; wenn man hiezu noch den Begriff von der Erzeugung aller dieser unterirdischen Wölbungen anwendet, von der oben geredet worden: so wird man keine Schwierigkeit in der Vorstellung finden, wie die Entzündung vornehmlich unter der Kette von Bergen, welche die Länge von Europa durchlaufen, offene und freie Gänge antreffen könne, um darin sich schneller als nach anderen Gegenden auszubreiten.

Selbst die Fortsetzung des Erdbebens vom 18. November aus Europa nach Amerika, unter dem Boden eines weiten Meers, ist in dem Zusammenhange der Kette von Bergen zu suchen, die, ob sie gleich in der Fortsetzung so niedrig werden, dass sie von dem Meere bedeckt sind, dennoch auch daselbst Berge bleiben. Denn wir wissen, dass auf dem Boden des Oceans ebensowohl Gebirge als auf dem Lande anzutreffen sind; und in dieser Art müssen die azorischen Inseln mit in diesen Zusammenhang gesetzt werden, die auf dem halben Wege zwischen Portugal und Nordamerika angetroffen werden.

Das Erdbeben vom 26. December.

Nachdem die Erhitzung der mineralischen Materien den Hauptstamm der höchsten Gebirge von Europa, nämlich die Alpen, durchdrungen war, so öffnete sie sich auch die engere Grenze unter der Reihe der Berge, welche von Süden nach Norden rechtwinklicht auslaufen, und erstreckte sich in der Richtung des Rheinstroms, welcher, wie überhaupt alle Flüsse, ein langes Thal zwischen zwei Reihen von Bergen einnimmt, aus der Schweiz bis an die Nordsee. Es erschütterte auf der Westseite des Flusses die Land-

schaften Elsass, Lothringen, das Kurfürstenthum Cöln, Brabant und die Picardie, und an der Ostseite Cleve, einen Theil von Westphalen, und vermuthlich noch einige an dieser Seite des Rheins belegene Länder, von denen die Nachrichten nichts namentlich gemeldet haben. Es hielt offenbar den Strich mit der Richtung dieses grossen Flusses parallel und breitete sich nicht weit davon zu den Seiten aus.

Man wird fragen, wie man es mit dem Obigen zusammenreimen könne, dass es bis in die Niederlande gedrungen, welche doch ohne sonderliche Berge sind? Allein es ist genug, dass ein Land in einem unmittelbaren Zusammenhange mit gewissen Reihen von Bergen stehe und als eine Fortsetzung davon anzusehen sei, um die unterirdische Entzündung bis unter diesen sonst niedrigen Boden fortzusetzen. Denn es ist gewiss, dass alsdenn die Kette der Höhlungen sich auch bis unter denselben erstrecken werde, gleich wie sie, wie schon angeführt, selbst unter dem Meeresgrunde fortgeht.

Von den Zwischenzeiten, die binnen einigen auf einander folgenden Erdbeben verlaufen.

Wenn man die Folge der nach einander vorgegangenen Erschütterungen mit Aufmerksamkeit betrachtet, so könnte man, wenn man es wagen wollte, zu muthmassen, einen Periodus herausbringen, in welchem die Entzündung nach einem Zwischenstillstande aufs Neue ausgebrochen ist. Wir finden nach dem 1. November noch eine sehr heftige Erschütterung in Portugal auf den 9., imgleichen auf den 18., da sie sich nach England, Italien, Afrika und selbst bis in Amerika erstreckte. Den 27. ein starkes Erdbeben an den südlichen Küsten von Spanien, vornehmlich in Malaga. Von dieser Zeit an dauerte es 13 Tage, bis es den 9. December die ganze Strecke von Portugal bis in Baiern von Südwesten nach Nordosten traf, und seit diesem, nach einem Verlauf von 18 Tagen, nämlich den 26. auf den 27. December erschütterte es die Breite von Europa von Süden nach Norden,*) so

dass überhaupt ein ziemlich richtiger Zeitlauf von 9 oder 2mal 9 Tagen zwischen den wiederholten Entzündungen verlaufen ist, wenn man diejenige Zeit ausnimmt, die es angewandt hat, bis in das Innerste der Gebirge unseres festen Landes zu dringen und den 9. December die Alpen und die ganze Kette ihrer Verlängerung zu bewegen. Ich führe dieses nicht zu dem Ende an, um etwas daraus zu folgern, weil die Nachrichten dazu gar zu wenig zuverlässig sind, sondern um bei ähnlichen Vorfällen Anlass zur genaueren Beobachtung und zum Nachsinnen zu geben.

Ich will hier nur überhaupt etwas von den wechselsweise nachlassenden und wieder anhebenden Erschütterungen anführen. Herr Bouguer, einer von den Abgeordneten der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris nach Peru, hatte die Unbequemlichkeit, in diesem Lande neben einem feuerspeienden Berge sich aufzuhalten, dessen donnerndes Getöse ihm keine Ruhe liess. Die Beobachtung, die er hiebei machte, konnte ihm dafür einige Genugthuung sein, indem er bemerkte, dass der Berg immer in gleichen Zwischenzeiten ruhig ward und das Toben desselben ordentlich mit gewechselten Ruhepunkten auf einander folgte. Die Bemerkung, die Mariotte bei einem Kalkofen machte, welcher eingeheizt war und bald die Luft an einem offenen Fenster ausstiess, bald darauf wieder zurückzog, wodurch er der Respiration der Thiere gewissermassen nachahmte, hat hiemit grosse Aehnlichkeit; beide beruhen auf folgenden Ursachen. Wenn das unterirdische Feuer in Entzündung geräth, so stösst es alle Luft aus den Höhlen umher von sich. Wo diese Luft nun, die mit den feurigen

*) Den 21. war es in Lissabon sehr heftig, den 23. in den Gebirgen von Roussillon, und dauerte daselbst bis zum 27. Es ist hieraus zu sehen, dass es wiederum von Südwesten angefangen und eine weit längere Zeit zur Ausbreitung bedurft hat. Und wenn man den Entzündungsplatz, wie aus dem ganzen Verlauf des Erdbebens klar ist, in den Ocean von Portugal gegen Abend setzt, so hängt der Anfang desselben mit dem berührten Periodus ziemlich zusammen.

Theilen angefüllt ist, eine Oeffnung findet, z. E. in dem Rachen eines feuerspeienden Bergs, da fährt sie alsdenn hinaus, und der Berg wirft Feuer aus. Allein sobald die Luft aus dem Umfange des Heerds der Entzündung verjagt ist, so lässt die Entzündung nach; denn ohne Zugang der Luft verlöscht alles Feuer; alsdenn tritt die verjagte Luft, da die Ursache, die sie vertrieben hatte, aufhört, wieder in ihren Platz zurück und weckt das erloschene Feuer auf; auf solche Weise wechseln die Ausbrüche eines feuerspeienden Bergs in gewissen Zwischenzeiten richtig nach einander ab. Eben die Bewandniss hat es mit den unterirdischen Entzündungen, auch selbst da, wo die ausgedehnte Luft keinen Ausgang durch die Klüfte der Berge gewinnen kann. Denn wenn die Entzündung an einem Orte in den Höhlen der Erde ihren Anfang nimmt, so stösst sie die Luft mit Heftigkeit in einem grossen Umfange in alle die Gänge der unterirdischen Wölbungen fort, die damit Zusammenhang haben. In diesem Augenblicke erstickt das Feuer selbst durch den Mangel der Luft. Und sobald eben diese ausdehnende Gewalt der Luft nachlässt, so kehrt diejenige, die in allen Höhlen ausgebreitet war, mit grosser Gewalt zurück und facht das erloschene Feuer zu einem neuen Erdbeben an. Es ist merkwürdig, dass Vesuvius, welcher, als die Gährungen in dem Inneren der Erde recht angingen, durch den Ausgang der durch seinen Schlund getriebenen Luft in Bewegung und Feuer gebracht war, eine kurze Zeit darauf plötzlich nachliess, da das Erdbeben bei Lissabon geschehen war; denn da drang alle mit diesen Grüften in einigem Zusammenhange stehende Luft, und selbst die, so über dem Gipfel des Vesuvius befindlich ist, durch alle Kanäle zu dem Feuerheerde der Entzündung, wo die Verminderung der Ausspannungskraft der Luft ihr den Zugang verstattete. Was für ein erstaunlicher Gegenstand! Einen Kamin sich vorzustellen, welcher durch Luftöffnungen, die 200 Meilen davon entlegen sind, sich einen Zug verschafft!

Ebendieselbe Ursache ist es auch, welche unterirdische Sturmwinde in den Grüften der Erde hervor-

bringen muss, deren Gewalt Alles, was wir auf der Oberfläche der Erde verspüren, weit übertreffen wird, wenn die Lage und Verknüpfung der Höhlen sich zu ihrer Ausbreitung anschickt. Das Getöse, das bei dem Fortgange eines Erdbebens unter den Füssen verspürt wurde, ist vermuthlich keiner anderen Ursache, als eben dieser zuzuschreiben.

Eben dieses lässt uns wahrscheinlich vermuthen, dass eben nicht alle Erdbeben dadurch verursacht werden, dass die Entzündung gerade unter dem Boden geschieht, welcher erschüttert wird, sondern dass die Wuth dieser unterirdischen Stürme das Gewölbe, welches über ihnen ist, in Bewegung setzen könne; woran man desto weniger zweifeln wird, wenn man bedenkt, dass eine viel dichtere Luft, als diejenige ist, die sich auf der Oberfläche der Erde befindet, durch weit plötzlichere Ursachen, als diese, in Bewegung gesetzt, und zwischen Gängen, die ihre Ausbreitung verhindern, verstärkt, eine unerhörte Gewalt ausüben könne. Es ist also muthmasslich, dass die geringe Wankung des Bodens in dem grössten Theil von Europa bei der heftigen Entzündung, die am 1. November in der Erde vorging, von nichts als dieser gewaltsam bewegten unterirdischen Luft herzuleiten sei, die als ein heftiger Sturmwind den Boden, der seiner Ausbreitung widerstand, gelinde erschütterte.

Von dem Heerde der unterirdischen Entzündung, und den Oertern, so den meisten und gefährlichsten Erdbeben unterworfen sind.

Durch die Vergleichung der Zeit ersehen wir, dass der Entzündungsplatz bei dem Erdbeben vom 1. November in dem Boden der See gewesen. Der Tajo, der schon vor der Erschütterung aufschwoll, der Schwefel, den Seefahrende mit dem Senkblei aus dem erschütterten Grunde brachten, und die Heftigkeit der Stösse, die sie fühlten, bestätigen es. Die Geschichte vormaliger Erdbeben giebt es auch deutlich zu erkennen,

dass in dem Meeresgrunde jederzeit die fürchterlichsten Erschütterungen vorgefallen sind, und nächst diesem in den Oertern, welche an dem Seeufer oder nicht weit davon entfernt liegen. Zum Beweise des Ersteren führe ich die tobende Wuth an, womit die unterirdische Entzündung oft neue Inseln aus dem Boden des Meers erhoben hat, und z. E. im Jahre 1720 nahe bei der Insel St. Michael, einer von den azorischen, aus einer Tiefe von 60 Klafter, durch den Auswurf der Materie, aus dem Grunde der See eine Insel auswarf, die eine Meile lang und etliche Klafter über dem Meere erhoben war. Die Insel bei Santorino im mittelländischen Meer, die in unserem Jahrhundert vor den Augen vieler Menschen aus dem Meeresgrunde in die Höhe kam, und viele andere Beispiele, die ich der Weitläuftigkeit wegen übergehe, sind unverwerfliche Beweise hievon.

Wie oft erleiden nicht die Schiffer ein Seebeben; und es sind in einigen Gegenden, vornehmlich in der Nachbarschaft gewisser Inseln, die Meere mit Bimssteinen und anderer Gattung vom Auswurfe eines durch den Boden des Oceans ausgebrochenen Feuers genugsam angefüllt. Die Bemerkung der häufigen Erschütterungen des Seegrunds hängt mit der Frage natürlich zusammen: woher unter allen Oertern des festen Landes keine heftigeren und öfteren Erdbeben unterworfen sind, als die nicht weit vom Meeresufer liegen? Dieser letztere Satz hat eine unzweifelhafte Richtigkeit. Lasst uns die Geschichte der Erdbeben durchlaufen, so finden wir unendlich viel Unglücksfälle, die Städten oder Ländern durch Erdbeben widerfahren sind, welche nahe beim Seeufer liegen, aber sehr wenige und alsdenn von geringer Erheblichkeit, welche in der Mitte des festen Landes wahrgenommen werden. Die alte Geschichte belehrt uns schon von entsetzlichen Verheerungen, die dieses Unheil an den Meeresküsten von Kleinasien oder Afrika verübt hat. Wir finden aber weder darunter, noch unter den neueren beträchtliche Erschütterungen in der Mitte grosser Länder. Italien, welches eine Halbinsel ist, die mehresten Inseln aller Meere, der Theil von Peru, der am Meeresufer liegt, erleiden die

grössten Anfälle dieses Uebels. Und noch in unseren Tagen sind alle westlichen und südlichen Küsten von Portugal und Spanien weit mehr erschüttert worden, als das Innere des festen Landes. Ich gebe von beiden Fragen folgende Auflösung.

Unter allen fortgehenden Höhlen, die unter der obersten Rinde der Erde begriffen sind, müssen diejenigen ohne Zweifel die engsten sein, die unter dem Meergrunde fortlaufen, weil daselbst der fortgesetzte Boden des festen Landes in die grösste Tiefe herabgesunken ist und weit niedriger auf seiner untersten Grundlage ruhen muss, als die Oerter, die gegen die Mitte des Landes hin liegen. Nun ist es aber bekannt, dass in engen Höhlen eine entzündete, sich ausdehnende Materie heftiger um sich wirken müsse, als wo sie sich ausbreiten kann. Ueberdem ist es natürlich, zu glauben, dass, wie bei der unterirdischen Erhitzung nicht zu zweifeln ist, die aufwallenden mineralischen und entzündbaren Materien werden sehr öfters in Fluss gerathen sein, wie die Schwefelströme und die Lava, die aus den feuerspeienden Bergen oft ergossen worden, es bezeugen können, und werden daher wegen des natürlichen Abhangs des Bodens der unterirdischen Grüfte nach den niedrigsten Höhlen des Meeresgrundes jederzeit abgeflossen sein, und also wegen des häufigen Vorraths der entzündbaren Materie hier häufigere und gewaltigere Erschütterungen sich zutragen müssen.

Herr Bouguer muthmasst mit Recht, dass das Durchdringen des Meerwassers, durch Eröffnung einiger Spalten in dem Boden desselben, die zu Erhitzung natürlich geneigten mineralischen Materien in die heftigste Aufwallung bringen müsste. Denn wir wissen, dass nichts das Feuer erhitzter Mineralien in entsetzlichere Wuth versetzen kann, als der Zufluss des Wassers, welches das Toben desselben so lange vermehrt, bis seine sich nach allen Seiten ausbreitende Gewalt dem ferneren Zugang desselben, durch den Auswurf aller irdischen Materien und Verstopfung der Oeffnung, gewehrt hat.

Meinem Erachten nach rührt die vorzügliche Heftigkeit, womit ein am Meeresufer liegender Grund er-

schüttert wird, zum Theil ganz natürlicher Weise von dem Gewicht her, womit das Meereswasser seinen damit benachbarten Boden belastet. Denn Jedermann sieht leicht ein, dass die Gewalt, womit das unterirdische Feuer dieses Gewölbe, worauf eine so erstaunliche Last ruht, zu erheben trachtet, sehr müsse zurückgehalten werden, und indem es hier keinen Raum seiner Ausbreitung vor sich findet, seine ganze Gewalt gegen den Boden des trockenen Landes kehren müsse, welcher damit zunächst verbunden ist.

Von der Richtung, nach welcher der Boden durch ein Erdbeben erschüttert wird.

Die Richtung, nach welcher das Erdbeben sich in weite Länder ausbreitet, ist von derjenigen unterschieden, nach welcher der Boden erschüttert wird, an dem es seine Gewalt ausübt. Wenn die oberste Decke der verborgenen Gruft, darin die entzündete Materie sich ausdehnt, eine horizontale Richtung hat, so muss er wechselsweise in senkrechter Stellung gehoben und gesenkt werden, weil nichts ist, was die Bewegung mehr nach einer, als nach der anderen Seite lenken könnte. Ist aber die Erdlage, welche die Wölbung ausmacht, nach einer Seite geneigt, so treibt die erschütternde Kraft des unterirdischen Feuers sie auch mit einer schiefen Richtung gegen den Horizont in die Höhe, und man kann die Richtung abnehmen, nach welcher die Wankung des Bodens jederzeit geschehen muss, wenn diejenige allemal sicher bekannt wäre, nach welcher die Schicht der Erde abhängt, unter welcher die Feuergruft befindlich ist. Der Abhang der obersten Fläche des erschütterten Bodens ist kein sicheres Merkmal von der schiefen Stellung, die das Gewölbe in seiner ganzen Dicke hat; denn die Erdlagen, welche oben aufliegen, können mannichfaltige Beugungen und Hügel machen, nach denen sich die unterste Grundlage gar nicht richtet. Buffon ist der Meinung, dass alle verschiedenen Schichten, die auf der Erde gefunden werden, einen allgemeinen

Grundfels zur Base haben, der alle beschlossenen tiefen Höhlungen von oben deckt, und dessen einige Theile auf den Gipfeln hoher Berge gemeiniglich entblösst sind, wo Regen und Stumwinde die lockere Substanz völlig abgespült haben. Diese Meinung bekommt durch das, was die Erdbeben zu erkennen geben, viel Wahrscheinlichkeit. Denn eine dermassen wüthende Gewalt, als die Erdbeben ausüben, würde eine andere, als felsichte Wölbung durch die öfters erneuerten Anfälle längst zertrümmert und aufgerieben haben.

Der Abhang dieser Wölbung ist an dem Meeresufer ohne Zweifel nach dem Meere hin geneigt, und also nach derjenigen Richtung abschüssig nach welcher das Meer an dem Orte liegt. An dem Ufer eines grossen Flusses, muss sie in der Richtung abschüssig sein, wohin der Ablauf des Stroms geht; denn wenn man die sehr langen und öfters einige hundert Meilen übertreffenden Strecken betrachtet, die die Flüsse auf dem festen Lande durchlaufen, ohne dass sie stehende Pfützen oder Seen unterwegs machen, so kann man diesen einförmigen Abhang wohl durch nichts Anderes erklären, als durch diejenige überaus feste Grundlage, die, indem sie ohne vielfältige Einbeugungen sich einförmig zu dem Meeresgrunde hinneigt, dem Flusse eine schiefe Fläche zum Ablaufe verschafft. Daher ist zu vermuthen, dass die Schwankung des Bodens einer erschütterten Stadt, die an einem grossen Fluss liegt, in der Richtung dieses Flusses, als im Tajo von Abend und Morgen geschehen werde;*) derjenigen aber, die am Meeresufer liegt, in der Richtung, nach welcher dieses zum Meere sich neigt. Ich habe an einem anderen Orte angeführt, was die Lage des Bodens dazu beitragen kann, eine Stadt, deren Hauptstrassen in eben der Richtung fortgehen, als dieser abschüssig ist, bei einem vorfallenden Erdbeben völlig zu zerstören.

*) Gleichwie ein Fluss eine abhängende Schiefe gegen das Meer hin hat, so haben die Länder zu den Seiten einen Abhang zu seinem Bette. Wenn dieses Letztere selbst von der ganzen Erdschicht gilt und diese in der grössten Tiefe eben solche Abschüssigkeit besitzt, so wird die Richtung der Erderschütterung auch durch diese bestimmt werden.

Diese Anmerkung ist nicht ein Einfall der blossen Vermuthung; es ist eine Sache der Erfahrung. Gentil, der selbst von sehr vielen Erdbeben gute Kenntnisse einzuholen Gelegenheit hatte, berichtet dieses als eine Beobachtung, die durch viele Exempel bestätigt worden, dass, wenn die Richtung, nach welcher der Boden erschüttert wird, mit der Richtung, nach welcher die Stadt erbaut ist, gleichläuft, sie ganz und gar umgeworfen werde, anstatt dass, wenn sie diese rechtwinklicht durchschneidet, weniger Schade geschieht.

Die Historie der königlichen Akademie zu Paris berichtet, dass, da Smyrna, welches an dem östlichen Ufer des mittelländischen Meeres liegt, im Jahre 1688 erschüttert wurde, alle Mauern, welche die Richtung von Osten nach Westen hatten, eingestürzt wurden, die aber, so von Norden nach Süden erbaut waren, stehen blieben.

Der erschütterte Boden macht nämlich einige Schwankungen, und bewegt Alles, was auf ihm der Länge nach in der Richtung der Schwankung aufgeführt ist, am stärksten. Alle Körper, die eine grosse Beweglichkeit haben, z. E. die Kronleuchter in den Kirchen, pflegen bei den Erdbeben die Richtung, nach der die Stösse geschehen, anzuzeigen, und sind weit sicherere Merkmale für eine Stadt, um die Lage daraus abzunehmen, nach welcher sie sich anbauen muss, als die schon angeführten etwas zweifelhafteren Kennzeichen.

Von dem Zusammenhang der Erdbeben mit den Jahreszeiten.

Der schon mehrmals angeführte französische Akademist, Herr Bouguer, führt in seiner Reise nach Peru an, dass, wenn die Erdbeben in diesem Lande zu allen Jahreszeiten oft genug geschehen, dennoch die fürchterlichsten und häufigsten in den Herbstmonaten gegen das Ende des Jahres gefühlt werden. Diese Beobachtung findet nicht allein in Amerika zahlreiche Bestätigung, indem, ausser dem Untergange der Stadt Lima vor 10 Jahren und der Versinkung einer an-

deren ebenso volkreichen im vorigen Jahrhundert, sehr viele Exempel davon bemerkt worden sind. Auch in unserem Welttheil finden wir ausser dem letzteren Erdbeben noch viele Beispiele in der Geschichte, von Erschütterung und Auswürfen feuerspeiender Berge, die sich häufiger in den Herbstmonaten, als in irgend einer anderen Jahreszeit zugetragen haben. Sollte nicht eine gemeinschaftliche Ursache diese Uebereinstimmung veranlassen? und auf welche kann man füglicher die Vermuthung werfen, als auf die Regen, die in Peru in dem langen Thale zwischen den cordillerischen Gebirgen vom September bis in den April dauern, und die auch um die Herbstzeit bei uns am häufigsten sind? Wir wissen, dass, um einen unterirdischen Brand zu veranlassen, nichts nöthig sei, als die mineralischen Materien in den Höhlen der Erde in Gährung zu bringen. Dieses thut aber das Wasser, wenn es sich durch die Klüfte der Berge hindurch geseigert hat und in den tiefen Gängen sich verläuft. Die Regen haben die Gährung zuerst gereizt, die in der Mitte des Octobers so viel fremde Dämpfe aus dem Inwendigen der Erde heraus stiess. Allein eben diese lockten dem Luftkreise noch mehr nasse Einflüsse ab, und das Wasser, das durch die Felsenritzen bis in die tiefsten Grüfte hineindrang, vollendete die angefangene Erhitzung.

Von dem Einfluss der Erdbeben in den Luftkreis.

Wir haben oben ein Beispiel von Wirkungen gesehen, welche die Erderschütterungen auf unsere Luft haben. Es ist zu glauben, dass von den Ausbrüchen der unterirdischen erhitzten Dämpfe mehr Naturerscheinungen abhängen, als man sich wohl gemeiniglich einbildet. Es wäre kaum möglich, dass in den Witterungen eine solche Unregelmässigkeit und so wenig Uebereinstimmendes anzutreffen wäre, wenn nicht fremde Ursachen bisweilen in unsere Atmosphäre träten und ihre richtigen Veränderungen in Unordnung brächten. Kann man sich wohl einen wahrscheinlichen

Grund gedenken, warum, da der Lauf der Sonne und des Mondes an seine immer sich selbst ähnlichen Gesetze gebunden ist, da Wasser und Erde, wenn man es im Grossen nimmt, immer überein bleiben, doch der Ablauf der Witterungen, auch selbst in einem Auszug vieler Jahre, fast immer anders ausfällt? Wir haben seit der unglücklichen Erschütterung und kurz vor derselben eine so abweichende Witterung durch unseren ganzen Welttheil gehabt, dass man entschuldigt werden kann, wenn man desfalls einige Vermuthung auf die Erdbeben wirft. Es ist wahr, man hat wohl ehedem warme Winterwitterung gehabt, ohne dass einiges Erdbeben vorhergegangen; aber ist man denn sicher, dass nicht eine Gährung in dem Inneren der Erde sehr oft Dämpfe durch die Felsenklüfte, die Spalten der Erdschichten und selbst durch derselben lockere Substanz hindurchgetrieben habe, die da namhafte Veränderungen im Luftkreise haben nach sich ziehen können? Musschenbroeck, nachdem er bemerkt hat, dass nur in diesem Jahrhundert, und zwar seit 1716 recht helle Nordlichter in Europa und bis in dessen südlichen Ländern gesehen worden, hält für die wahrscheinlichste Ursache dieser Veränderung in dem Luftkreise, dass die feuerspeienden Berge und die Erdbeben, die einige Jahre vorher häufig gewüthet hatten, entzündbare und flüchtige Dünste ausgestossen, die durch den natürlichen Abfluss der obersten Luft nach Norden sich dahin gehäuft und die feurigen Lufterscheinungen hervorgebracht, die seitdem so häufig sind gesehen worden, und dass sie vermuthlich sich nach und nach verzehren müssen, bis neue Aushauchungen den Abgang wiederum ersetzen.

Diesen Grundsätzen nach, lasst uns untersuchen, ob es nicht der Natur gemäss sei, dass eine veränderte Witterung, wie diejenige, die wir gehabt haben, eine Folge von jener Katastrophe sein könne. Die helle Winterwitterung und die Kälte, die sie begleitet, ist nicht lediglich eine Folge von der grösseren Entfernung der Sonne von unserem Scheitelpunkte zu dieser Jahreszeit; denn wir empfinden es oft, dass dem ungeachtet die Luft sehr gemässigt sein könne; sondern der Zug der

Luft aus Norden, der auch zu Zeiten in einen Ostwind ausschlägt, bringt uns eine erkältete Luft bis aus der Eiszone her, die unsere Gewässer mit Eis belegt und uns einen Theil von dem Winter des Nordpols fühlen lässt. Dieser Zug der Luft von Norden nach Süden ist in den Herbst- und Wintermonaten so natürlich, wenn ihn nicht fremde Ursachen unterbrechen, dass in dem Ocean, in genugsamer Entfernnng, von allem festen Lande, dieser Nord- oder Nordostwind die ganze Zeit hindurch ununterbrochen angetroffen wird. Er rührt auch ganz natürlich von der Wirkung der Sonne her, die alsdenn über der südlichen Halbkugel die Luft verdünnt, und dadurch der nördlichen ihren Herbeizug verursacht, so dass dieses als ein beständiges Gesetz angesehen werden muss, welches durch die Beschaffenheit der Länder wohl einigermassen verändert, aber nicht aufgehoben werden kann. Wenn nun unterirdische Gährungen erhitzte Dämpfe irgendwo in den Ländern, die uns nach Süden liegen, ausstossen, so werden diese anfänglich die Höhe des Luftkreises in der Gegend, wo sie aufsteigen, dadurch verringern, dass sie ihre Anspannungskraft schwächen und Platzregen, Orkane u. dgl. verursachen. Allein in der Folge wird dieser Theil der Atmosphäre, da er mit so viel Dünsten beladen ist, die benachbarte durch sein Gewicht bewegen und einen Zug der Luft von Süden nach Norden verursachen. Da nun aber die Bestrebung des Luftkreises von Norden nach Süden in unserem Erdstriche bei dieser Jahreszeit natürlich ist, so werden diese beiden gegen einander streitenden Bewegungen sich aufhalten, und erstlich eine trübe, regnichte Luft, wegen der zusammengetriebenen Dünste, dabei aber doch einen hohen Stand des Barometers*) nach sich ziehen, weil die durch den Streit zweier Winde zusammengedrückte Luft eine hohe Säule ausmachen muss; und man wird dadurch sich in die scheinbare Unrichtigkeit der Barometer finden lernen, wenn bei hohem Stande derselben doch regenhaftes

*) Dergleichen bei dieser nassen Winterwitterung fast beständig bemerkt worden ist.

Wetter ist; denn alsdenn ist eben diese Nässe der Luft eine Wirkung zweier einander entgegenstreitenden Luftzüge, welche die Dünste zusammentreiben und dennoch die Luft verdichten und schwerer machen können.

Ich kann nicht mit Stillschweigen übergehen, dass an dem schrecklichen Tage Allerheiligen die Magnete in Augsburg ihre Last abgeworfen haben und die Magnetnadeln in Unordnung gebracht worden sind. Boyle berichtet schon, dass einstmals nach einem Erdbeben in Neapel dergleichen vorgegangen ist. Wir kennen die verborgene Natur des Magnets zu wenig, um von dieser Erscheinung Grund angeben zu können. [2])

Von dem Nutzen der Erdbeben.

Man wird erschrecken, eine so fürchterliche Strafruthe der Menschen von der Seite der Nutzbarkeit angepriesen zu sehen. Ich bin gewiss, man würde gern Verzicht darauf thun, um nur der Furcht und der Gefahren überhoben zu sein, die damit verbunden sind. So sind wir Menschen geartet. Nachdem wir einen widerrechtlichen Anspruch auf alle Annehmlichkeit des Lebens gemacht haben, so wollen wir keine Vortheile mit Unkosten erkaufen. Wir verlangen, der Erdboden soll so beschaffen sein, dass man wünschen könnte, darauf ewig zu wohnen. Ueberdieses bilden wir uns ein, dass wir Alles zu unserem Vortheil besser regieren würden, wenn die Vorsehung uns darüber unsere Stimme abgefragt hätte. So wünschen wir z. E. den Regen in unserer Gewalt zu haben, damit wir ihn nach unserer Bequemlichkeit das Jahr über vertheilen könnten und immer angenehme Tage zwischen den trüben zu geniessen hätten. Aber wir vergessen die Brunnen, die wir gleichwohl nicht entbehren könnten, und die doch auf solche Art gar nicht unterhalten werden würden. Ebenso wissen wir den Nutzen nicht, den uns eben die Ursachen verschaffen können, die uns in den Erdbeben erschrecken, und wollten sie doch gerne verbannt wissen.

Als Menschen, die geboren waren, um zu sterben,

können wir es nicht vertragen, dass einige im Erdbeben gestorben sind, und als die hier Fremdlinge sind und kein Eigenthum besitzen, sind wir untröstlich, dass Güter verloren wurden, die in Kurzem durch den allgemeinen Weg der Natur von selbst verlassen worden wären.

Es lässt sich leicht rathen, dass, wenn Menschen auf einem Grunde bauen, der mit entzündbaren Materien angefüllt ist, über kurz oder lang die ganze Pracht ihrer Gebäude durch Erschütterungen über den Haufen fallen könne; aber muss man denn darum über die Wege der Vorsehung ungeduldig werden? Wäre es nicht besser, so zu urtheilen: es war nöthig, dass Erdbeben bisweilen auf dem Erdboden geschehen; aber es war nicht nothwendig, dass wir prächtige Wohnplätze darüber erbauten. Die Einwohner in Peru wohnen in Häusern, die nur in geringer Höhe gemauert sind, und das Uebrige besteht aus Rohr. Der Mensch muss sich in die Natur schicken lernen; aber er will, dass sie sich in ihn schicken soll.

Was auch die Ursache der Erdbeben den Menschen auf einer Seite jemals für Schaden erweckt hat, das kann sie ihm leichtlich auf der anderen Seite mit Gewinnst ersetzen. Wir wissen, dass die warmen Bäder, die vielleicht einem beträchtlichen Theil der Menschen zur Beförderung der Gesundheit in der Folge der Zeiten dienlich gewesen sein können, durch eben dieselben Ursachen ihre mineralische Eigenschaft und Hitze haben, wodurch die Erhitzungen in dem Inneren der Erde vorgehen, welche diese in Bewegung setzen. Man hat schon längst vermuthet, dass die Erzstufen in den Gebirgen eine langsame Wirkung der unterirdischen Hitze seien, die die Metalle durch allmähliche Wirkungen zur Reife bringt, indem sie sie durch durchdringende Dämpfe in der Mitte des Gesteins bildet und kocht.

Unser Luftkreis bedarf ausser den groben und todten Materien, die er in sich enthält, auch ein gewisses wirksames Principium, flüchtige Salze und Theile, die in den Zusammensatz der Pflanzen kommen sollen, sie zu bewegen und auszuwickeln. Ist es nicht glaub-

lich, dass die Naturbildungen, die beständig einen grossen Theil davon aufwenden, und die Veränderungen, die alle Materie durch die Auflösung und Zusammensetzung endlich erleidet, die wirksamsten Partikeln mit der Zeit gänzlich verzehren würde, wenn nicht von Zeit zu Zeit ein neuer Zufluss geschähe? Zum wenigsten wird das Erdreich immer unkräftiger, wenn es kräftige Pflanzen nährt; die Ruhe und der Regen aber bringen es wieder in den Stand. Wo würde aber endlich die kräftige Materie herkommen, die ohne Ersetzung verwandt wird, wenn nicht eine anderweitige Quelle ihren Zufluss unterhielte? Und diese ist vermuthlich der Vorrath, den die unterirdischen Grüfte an den wirksamsten und flüchtigsten Materien erhalten, davon sie von Zeit zu Zeit einen Theil auf die Oberfläche der Erde ausbreiten. Ich merke noch an, dass Hales mit sehr glücklichem Erfolge die Gefängnisse, und überhaupt alle Oerter, deren Luft mit thierischen Ausduftungen angesteckt wird, durch das Räuchern des Schwefels befreit. Die feuerspeienden Berge stossen eine unermessliche Menge schwefelichter Dämpfe in den Luftkreis aus; wer weis, würden die thierischen Ausdünstungen, womit diese beladen ist, nicht mit der Zeit schädlich werden, wenn jene nicht ein kräftiges Gegenmittel dawider abgäben?

Zuletzt dünkt mir die Wärme in dem Inneren der Erde einen kräftigeren Beweis von der Wirksamkeit und dem grossen Nutzen der Erhitzungen, die in tiefen Grüften vorgehen, abzugeben. Es ist durch tägliche Erfahrungen ausgemacht, dass es in grossen, ja in den grössten, Tiefen, zudenen Menschen in dem Inneren der Berge je gelangt sind, eine immerwährende Wärme gebe, die man unmöglich der Wirkung der Sonne zuschreiben kann. Boyle zieht eine gute Anzahl Zeugnisse an, aus denen erhellt, dass in allen tiefsten Schachten man zuerst die obere Gegend weit kälter finde, als die äussere Luft, wenn es zur Sommerzeit ist; je tiefer man sich aber herablasse, desto wärmer finde man die Gegend; so dass in der grössten Tiefe die Arbeiter genöthigt sind, die Kleider bei ihrer Arbeit abzulegen. Jedermann begreift es leicht, dass,

da die Sonnenwärme nur auf eine sehr geringe Tiefe in die Erde dringt, sie in alleruntersten Grüften nicht die geringste Wirkung mehr thun könne; und dass die daselbst befindliche Wärme von einer Ursache abhänge, die nur in der grössten Tiefe herrscht, ist überdem aus der verminderten Wärme zu ersehen, je höher man sogar zur Sommerszeit von unten hinauf kommt. Boyle, nachdem er die angestellten Erfahrungen behutsam verglichen und geprüft hat, schliesst sehr vernünftig, dass in den untersten Höhlen, zu welchen wir nicht gelangen können, beständige Erhitzungen, und ein dadurch unterhaltenes unauslöschliches Feuer anzutreffen sein müsse, das seine Wärme der obersten Rinde mittheilt.

Wenn sich dieses also verhält, wie man sich denn nicht entbrechen kann es zuzugeben, werden wir uns nicht von diesem unterirdischen Feuer die vortheilhaftesten Wirkungen zu versprechen haben, welches der Erde jederzeit eine gelinde Wärme erhält, zu der Zeit, wenn uns die Sonne die ihrige entzieht, welches den Trieb der Pflanzen und die Oekonomie der Naturreiche zu befördern im Stande ist? Und kann uns wohl bei dem Anschein so vieler Nutzbarkeit der Nachtheil, der dem menschlichen Geschlecht durch eine und die anderen Ausbrüche derselben erwächst, der Dankbarkeit überheben, die wir der Vorsehung für alle ihre Anstalten schuldig sind?

Die Gründe, die ich zur Aufmunterung derselben angeführt habe, sind freilich nicht von der Art derjenigen, welche die grösseste Ueberzeugung und Gewissheit verschaffen. Allein auch Muthmassungen sind annehmungswürdig, wenn es darauf ankömmt, den Menschen zu der Dankbegierde gegen das höchste Wesen zu bewegen, das selbst alsdann, wenn es züchtigt, verehrungs- und liebenswürdig ist.

Anmerkung.

Ich habe oben angeführt, dass die Erdbeben schwefelichte Ausdämpfungen durch das Gewölbe der Erde

hindurchtreiben. Die letzten Nachrichten von den Schachten in den sächsischen Gebirgen bestätigen dies durch ein neues Beispiel. Man findet sie jetzt so angefüllt von schwefelichten Dämpfen, dass die Arbeiter sie verlassen müssen. Die Begebenheiten von Tuam in Irland, da eine leuchtende Lufterscheinung in der Gestalt von Wimpeln und Flaggen auf der See erschien, die ihre Farben nach und nach änderten und zuletzt ein helles Licht ausbreiteten, worauf ein heftiger Stoss von Erdbeben erfolgte, ist eine neue Bestätigung hievon. Die Verwandlung der Farben vom dunkelsten Blau bis ins Roth und endlich in einen hellen weissen Schein, ist der herausgebrochenen, zuerst sehr dünnen Ausdämpfung, die nach und nach durch häufigeren Zufluss mehrerer Dünste vermehrt worden, zuzuschreiben, die, wie in der Naturwissenschaft bekannt ist, die Grade des Lichts von der blauen Farbe bis zur rothen und endlich bis in einen weissen Schein durchgehen müssen. Alles dieses ging vor dem Stoss vorher. Es war auch ein Beweis, dass der Heerd der Entzündung in dem Grunde des Meeres gewesen, wie denn selbst das Erdbeben an der Meeresküste hauptsächlich verspürt worden.

Wenn man die Anmerkungen von den Oertern der Erde, wo die häufigsten und schwersten Erschütterungen von jeher empfunden worden sind, weiter ausdehnen will, so kann man noch dazu setzen, dass die westlichen Küsten jederzeit weit mehr Anfälle davon, als die östlichen erlitten haben. In Italien, in Portugal, in Südamerika, ja selbst neulich in Irland hat die Erfahrung diese Uebereinstimmung bestätigt. Peru, welches an dem westlichen Seeufer der neuen Welt liegt, hat fast tägliche Erschütterungen, da indessen Brasilien, welches den Ocean gegen Osten hat, nichts davon verspürt. Wenn man von dieser seltsamen Analogie einige Ursachen muthmassen will, so kann man es wohl einem Gautier, einem Maler, verzeihen, wenn er die Ursache aller Erdbeben in den Sonnenstrahlen, der Quelle seiner Farben und seiner Kunst, sucht und sich einbildet, ebendieselben treiben auch unsere grosse Kugel von Abend gegen Morgen herum,

indem sie an die westlichen Küsten stärker anschlagen, und eben dadurch würden diese Küsten mit so vielen Erschütterungen beunruhigt. Allein in einer gesunden Naturwissenschaft verdient ein solcher Einfall kaum die Widerlegung. Mir scheint der Grund dieses Gesetzes mit einem anderen in Verbindung zu stehen, wovon man noch zur Zeit keine genugsame Erklärung gegeben hat, dass nämlich die westlichen und südlichen Küsten fast aller Länder steiler und abschüssig sind, als die östlichen und nördlichen, welches sowohl durch den Anblick der Karte als durch die Nachrichten des Dampier, der sie auf allen seinen Seereisen fast allgemein befunden hat, bestäigt wird. Wenn man die Beugungen des festen Landes von den Einsinkungen herleitet, so müssen in den Gegenden der grössten Abschüssigkeit tiefere und mehrere Höhlen anzutreffen sein, als wo die Erdrinde nur einen gemässigten Abhang hat. Dieses aber hat mit den Erderschütterungen, wie wir oben gesehen haben, einen natürlichen Zusammenhang.

Schlussbetrachtung.

Der Anblick so vieler Elenden, als die letztere Katastrophe unter unseren Mitbürgern gemacht hat, soll die Menschenliebe rege machen und uns einen Theil des Unglücks empfinden lassen, welches sie mit solcher Härte betroffen hat. Man verstösst aber gar sehr dawider, wenn man dergleichen Schicksale jederzeit als verhängte Strafgerichte ansieht, die die verheerten Städte um ihrer Uebelthaten willen betreffen, und wenn wir diese Unglückseligen als das Ziel der Rache Gottes betrachten, über die seine Gerechtigkeit alle ihre Zornschalen ausgiesst. Diese Art des Urtheils ist ein sträflicher Vorwitz, der sich anmasst, die Absichten der göttlichen Rathschlüsse einzusehen und nach seinen Einsichten auszulegen.

Der Mensch ist von sich selbst so eingenommen, dass er sich lediglich als das einzige Ziel der Anstalten Gottes ansieht, gleich als wenn diese kein anderes

Augenmerk hätten, als ihn allein, um die Maassregeln in der Regierung der Welt darnach einzurichten. Wir wissen, dass der ganze Inbegriff der Natur ein würdiger Gegenstand der göttlichen Weisheit und seiner Anstalten sei. Wir sind ein Theil derselben und wollen das Ganze sein. Die Regeln der Vollkommenheit der Natur im Grossen sollen in keine Betrachtung kommen, und es soll sich Alles blos in richtiger Beziehung auf uns anschicken. Was in der Welt zur Bequemlichkeit und zum Vergnügen gereicht, das, stellt man sich vor, sei blos um unsertwillen da, und die Natur beginne keine Veränderungen, die irgend eine Ursache der Ungemächlichkeit für den Menschen werden, als um sie zu züchtigen, zu drohen, oder Rache an ihnen auszuüben.

Gleichwohl sehen wir, dass unendlich viele Bösewichter in Ruhe entschlafen, dass die Erdbeben gewisse Länder von jeher erschüttert haben, ohne Unterschied der alten oder neuen Einwohner, dass das christliche Peru so gut bewegt wird als das heidnische, und dass viele Städte von dieser Verwüstung von Anbeginn befreit geblieben sind, die über jene sich keines Vorzugs der Unsträflichkeit anmassen können.

So ist der Mensch im Dunkeln, wenn er die Absichten errathen will, die Gott in der Regierung der Welt vor Augen hat. Allein wir sind in keiner Ungewissheit, wenn es auf die Anwendung ankommt, wie wir diese Wege der Vorsehung dem Zwecke derselben gemäss gebrauchen sollen. Der Mensch ist nicht geboren, um auf dieser Schaubühne der Eitelkeit ewige Hütten zu erbauen, weil sein ganzes Leben ein weit edleres Ziel hat. Wie schön stimmen dazu nicht alle die Verheerungen, die der Unbestand der Welt selbst in denjenigen Dingen blicken lässt, die uns die grössten und wichtigsten zu sein scheinen, um uns zu erinnern, dass die Güter der Erde unserem Triebe zur Glückseligkeit keine Genugthuung verschaffen können!

Ich bin weit davon entfernt, hiemit anzudeuten, als wenn der Mensch einem unwandelbaren Schicksale der Naturgesetze, ohne Nachsicht auf seine besonderen Vortheile, überlassen sei. Ebendieselbe höchste Weis-

heit, von welcher der Lauf der Natur diejenige Richtigkeit entlehnt, die keiner Ausbesserung bedarf, hat die niederen Zwecke den höheren untergeordnet, und in eben den Absichten, in welchen jene oft die wichtigsten Ansnahmen von den allgemeinen Regeln der Natur gemacht hat, um die unendlich höheren Zwecke zu erreichen, die weit über alle Naturmittel erhaben sind, wird auch die Führung des menschlichen Geschlechts in dem Regimente der Welt selbst dem Laufe der Naturdinge Gesetze vorschreiben. Wenn eine Stadt oder Land das Unheil gewahr wird, womit die göttliche Vorsehung sie oder ihre Nachbarn in Schrecken setzt, ist es denn wohl noch zweifelhaft, welche Partei sie zu ergreifen habe, um dem Verderben vorzubeugen, das ihnen droht? und sind die Zeichen noch wohl zweideutig, die Absichten begreiflich zu machen, zu deren Vollführung alle Wege der Vorsehung einstimmig den Menschen entweder einladen oder antreiben?

Ein Fürst, der, durch ein edles Herz getrieben, sich diese Drangsale des menschlichen Geschlechts bewegen lässt, das Elend des Kriegs von Denen abzuwenden, welchen von allen Seiten überdem schwere Unglücksfälle drohen, ist ein wohlthätiges Werkzeug in der gütigen Hand Gottes und ein Geschenk, das er den Völkern der Erde macht, dessen Werth sie niemals nach seiner Grösse schätzen können. [3])

X.

Fortgesetzte Betrachtung

der seit einiger Zeit

wahrgenommenen

Erderschütterungen.[1])

1756.

Den 10ten April 1756.

Das Feuer der unterirdischen Grüfte ist noch nicht beruhigt. Die Erschütterungen währten nur noch neulich und erschreckten Länder, denen dieses Uebel von jeher unbekannt gewesen. Die Unordnung im Luftkreise hat die Jahreszeit auf der Hälfte des Erdkreises verändert. Die Allerunwissendsten wollen die Ursache davon errathen haben. Man hört Einige ohne Verstand und Nachdenken sprechen: die Erde habe sich verrückt und sei, ich weiss nicht um wie viel Grade, der Sonne näher gekommen. Ein Urtheil, welches eines Kindermann's würdig wäre, wenn er wieder aufstände, Träume eines verrückten Kopfes für Beobachtungen zu verkaufen. Dahin gehören auch diejenigen, die die Kometen wieder auf die Bahn bringen, nachdem Whiston selbst die Philosophen gelehrt hat, sie zu fürchten. Es ist eine gemeine Ausschweifung, dass man den Ursprung eines Uebels einige tausend Meilen weit herholt, wenn man ihn in der Nähe finden kann. So machen es die Türken mit der Pest; so machte man es mit den Heuschrecken, mit der Viehseuche, und weiss Gott mit was für audern Uebeln mehr. Man schämt sich blos, in der Nähe etwas sehen zu können. In unendlicher Ferne Ursachen zu erblicken, das ist erst ein rechter Beweis eines scharfsichtigen Verstandes.

Unter allen Muthmassungen, die bei einer grossen Abweichung von den Regeln einer richtigen Naturwissenschaft Einige, die sie nicht zu prüfen wissen, leicht einnehmen können, gehört der Gedanke, der in den öffentlichen Nachrichten dem Herrn Professor

Profe zu Altona zugeschrieben wird. Es ist zwar schon lange, dass man bei Wahrnehmung grosser Vorfälle auf dem Erdboden deswegen keinen Verdacht mehr auf die Planeten wirft. Die Verzeichnisse der harten Beschuldigungen, die unsere lieben Vorfahren, die Herren Astrologen, diesen Sternen gemacht haben, sind in das Archiv veralteter Hirngespinnste, neben der wahrhaften Geschichte der Feen, den sympathetischen Wundern des Digby und Vallemont und den nächtlichen Begebenheiten des Blocksbergs beigelegt. Aber seitdem die Naturwissenschaft von diesen Grillen gesäubert ist, so hat ein Newton eine wirkliche Kraft entdeckt und durch Erfahrung bestätigt, welche auch die entferntesten Planeten gegen einander und gegen unsere Erde ausüben. Allein zu allem Unglück für Diejenigen, welche die Anwendung dieser merkwürdigen Eigenschaft bis zur Ausschweifung treiben wollen, ist das Maass dieser Kraft und die Art ihrer Wirkung bestimmt, und zwar durch ebendieselbe Beobachtung mit Beihülfe der Geometrie, welcher wir die Offenbarung derselben zu danken haben. Man kann uns nun nicht mehr, was man will, von ihren Wirkungen weismachen. Wir haben die Wage in der Hand, an der wir die Wirkungen gegen die vorgegebene Ursache abwiegen können.

Wenn ein Mann, der es sich einmal hat erzählen lassen, dass der Mond die Gewässer der Erde zieht und dadurch das Aufschwellen und Niedersinken des Oceans, die man Ebbe und Fluth nennt, verursache; imgleichen dass alle Planeten mit einer ähnlichen Anziehungskraft begabt sind, und wenn sie der durch die Erde und Sonne gezogenen geraden Linie sich nahe befinden, ihre Anziehungskräfte mit des Mondes seiner vereinigen; wenn, sage ich, ein Solcher, der keinen Beruf hat, die Sache genauer zu prüfen, vermuthete, dass diese vereinigten Kräfte nicht allein die Gewässer der Erde in diejenige gewaltsame Bewegung bringen könnten, die wir am ersten November ersehen haben, sondern wohl auch durch einen Einfluss in die unterirdische Luft den verborgenen Zunder zu Hervorbringung der Erdbeben reizen könne, ko kann man

nichts weiter von ihm verlangen. Aber von einem Naturkündiger erwartet man mehr. Es ist nicht genug, auf eine Ursache gerathen zu sein, die etwas mit der Wirkung Aehnliches hat; sie muss auch in Ansehung der Grösse proportionirt sein. Ich will ein Exempel anführen. Der Doctor List, ein sonst geschicktes Mitglied der Londonschen Societät, hatte wahrgenommen, dass die Seepflanze, Meerlinse genannt, eine ungemein starke Ausduftung an sich habe. Er bemerkte, dass sie sich häufig an den Küsten der Meere des heissen Erdstrichs befinde. Weil nun eine starke Ausduftung wohl leicht die Luft etwas bewegen kann, so schloss er, dass der allgemeine Ostwind, der in diesen Meeren beständig weht und sich mehr wie 1000 Meilen weit vom Lande erstreckt, davon herkomme, vornehmlich weil sich diese Pflanze nach der Sonne drehe. Das Lächerliche dieser Meinung steckt blos darin, dass die Ursache gegen die Wirkung ganz und gar keine Verhältniss hat. Ebenso ist es mit der Kraft der Planeten bewandt, wenn man sie mit der Wirkung vergleicht, die von ihr herkommen soll, nämlich die Bewegung der Meere und Erregung der Erdbeben. Man wird vielleicht sagen: wissen wir denn die Grösse der Kraft, womit diese Himmelskörper auf die Erde wirken können? Ich werde bald darauf antworten.

Herr Bouguer, ein berühmter französischer Akademist, erzählt, dass bei seinem Aufenthalt in Peru ein Gelehrter, welcher Professor der Mathematik auf der Universität zu Lima werden wollte, ein Buch unter dem Titel einer astronomischen Uhr der Erdbeben geschrieben habe, darin er sich unternimmt, diese aus dem Lauf des Mondes vorher zu verkündigen. Man kann leicht rathen, dass ein Prophet in Peru gut habe, Erdbeben vorherzusagen, weil sie sich daselbst fast täglich zutragen und nur durch die Stärke unterschieden werden. Herr Bouguer setzt hinzu, dass ein Mensch, der ohne Nachdenken mit den auf- und absteigenden Knoten des Mondes, der Erdnähe und Erdferne, der Conjunction und Opposition um sich wirft, wohl von ungefähr bisweilen etwas sagen

könne, was durch den Ausgang bestätigt wird, und gesteht, dass er nicht immer unglücklich geweissagt habe. Er vermuthet selbst, dass es nicht gänzlich unwahrscheinlich sei, dass der Mond, der die Gewässer des Oceans so kräftig bewegt, einigen Einfluss auf die Erderschütterungen haben könne, entweder indem er das Gewässer, welches er ausserordentlich erhebt, in gewisse Erdspalten führt, dahin es sonst nicht würde gelangt sein, und dieses die tobende Bewegung in den tiefen Höhlen verursache, oder durch irgend eine andere Art des Zusammenhanges.

Wenn man in Erwägung zieht, dass die Anziehungskräfte der Himmelskörper in das Innerste der Materie wirken, und daher die in den tiefsten und verborgensten Gängen der Erde verschlossene Luft in Bewegung bringen können, so kann schwerlich dem Monde aller Einfluss in die Erdbeben abgesprochen werden. Diese Kraft würde aber höchstens nur die in der Erde befindlichen entzündbaren Materien reizen, das Uebrige, die Erschütterung, die Wasserbewegung werden lediglich eine Wirkung dieser letzteren sein.

Wenn man von dem Monde weiter in den Planetenhimmel hinaufsteigt, so verschwindet dieses Vermögen nach und nach, sowie die Entfernungen derselben zunehmen, und die Kräfte aller Planeten mit einander vereinigt leisten, wenn man sie mit der Kraft des einzigen uns so nahen Mondes vergleicht, nur einen unendlich kleinen Theil derselben.

Newton, der das vortreffliche Gesetz der Anziehung entdeckt hat, welches für den glücklichsten Versuch angesehen werden muss, den der menschliche Verstand in der Erkenntniss der Natur noch gethan hat, lehrt die Anziehungskräfte der Planeten, die Monde um sich haben, finden und bestimmt des Jupiters, des grössten unter allen Planeten, seine etwas geringer als den tausendsten Theil der Anziehungskraft der Sonne. Das Vermögen, durch diese Kraft Veränderungen auf unserer Erde hervorzubringen, nimmt wie der Würfel der Entfernungen vonderselben der umgekehrt ab, und ist also bei dem Jupiter, mehr wie fünfmal weiter von der Erde entfernt ist

als die Sonne, wenn man das Verhältniss seiner Anziehungskraft dazu nimmt, hundert und dreissigtausendmal kleiner, als was die Anziehungskraft der Sonne auf unserer Erde allein wirken kann. Nun kann aber die Anziehung der Sonne das Wasser des Oceans ungefähr zwei Fuss hoch erheben, wie die Erfahrung mit der Rechnung vereinigt es bekannt gemacht haben, also wird die Anziehung des Jupiters, wenn sie mit der Sonne ihrer vereinigt ist, noch den fünfundsechzigsten Theil eines Decimalscrupels zu dieser Höhe hinzuthun, welches ungefähr den dreissigsten Theil einer Haaresbreite ausmachen würde. Wenn man erwägt, dass Mars und Venus ungleich kleinere Körper sind als Jupiter, und die Anziehungskräfte ihrem Klumpen proportionirt sind, so thut man noch zu viel, wenn man beiden zusammengenommen ungefähr doppelt soviel Vermögen durch die Anziehung auf unserer Erde zu wirken beilegt, als dem Jupiter, weil sie uns ungefähr dreimal näher sind als jener, ob sie gleich viele hundertmal weniger körperlichen Inhalt und mithin Anziehungskraft besitzen, als er. Aber wenn ich auch freigebig wäre, ihre Kraft zehnfach grösser zu machen, so können sie doch, wenn sie selbige vereinigen, nicht ein Drittel einer Haaresdicke das Meerwasser aufschwellend machen. Wenn man die übrigen Planeten, den Mercur und Saturn, noch dazunimmt und sie alle in Conjunction betrachtet, so wird's offenbar, dass sie noch lange nicht um eine halbe Haaresbreite die Aufschwellung der Wasser, die der Mond und die Sonne gemeinschaftlich hervorbringen, vermehren können. Ist es nun nicht lächerlich, von der Anziehung des Mondes und der Sonne erschreckliche Wasserbewegungen zu besorgen, wenn die Höhe, zu der sie das Gewässer bringen, um die Hälfte einer Haaresbreite vermehrt worden, da ohne diese keine Gefahr zu besorgen wäre? Alle übrigen Umstände widerlegen die angebliche Ursache gänzlich. Gleichwie der Mond nicht allein denselben Augenblick, wenn er der durch die Sonne und Erde gezogenen geraden Linie am nächsten tritt, sondern auch einige Tage vor- und nachher die höchste Fluth macht, so sollten die vereinigten Planeten etliche

Tage hinter einander und in diesen etliche Stunden hindurch Wasserbewegungen und Erdbeben gemacht haben, wenn sie einigen Antheil daran gehabt hätten.

Ich muss meine Leser um Verzeihung bitten, dass ich sie so weit an dem Firmament herumgeführt habe, um von den Begebenheiten richtig urtheilen zu können, die auf unserer Erde vorgegangen sind. Die Mühe, die man anwendet, die Quellen der Irrthümer zu verstopfen, verschafft uns auch ein gereinigtes Erkenntniss. Ich werde in dem folgenden Stücke die merkwürdigsten Erscheinungen der grossen Naturbegebenheit in Erwägung ziehen, die seit denjenigen vorgegangen sind, welche ich in einer besondern Abhandlung zu erklären mich bemüht habe.

Die Planeten sind vor dem Richterstuhle der Vernunft von der Anklage losgesprochen, einigen Antheil an der Ursache der Verwüstung gehabt zu haben, die uns in den Erdbeben widerfährt. Forthin soll sie Niemand deswegen weiter in Verdacht halten. Es sind wohl eher einige Planeten in Verbindung gewesen, und man hat kein Erdbeben gefühlt. Peirescius sah nach dem Zeugnisse des Gassendus die seltene Verbindung der drei oberen Planeten im Jahre 1604, die sich nur in 800 Jahren einmal zuträgt, aber die Erde blieb in Sicherheit. Wenn der Mond, auf den noch einzig und allein die Vermuthung mit einiger Wahrscheinlichkeit fallen könnte, daran Antheil hätte, so müssten die mitwirkenden Ursachen in so vollem Maasse vorhanden sein, dass auch der schwächste äussere Einfluss den Ausschlag der Veränderung geben könnte. Denn der Mond kommt oft in die Stellung, darin er die grösste Wirkung auf den Erdboden ausübt, aber er erregt nicht ebenso oft Erdbeben. Das vom ersten November trug sich bald nach dem letzten Viertheil zu; alsdann aber sind die Einflüsse desselben die schwächsten, wie die Newton'sche Theorie und die Erfahrung es ausweisen. Lasset uns also nur auf unserem Wohnplatze selbst nach der Ursache fragen, wir haben die Ursache unter unsern Füssen.

Seit den Erderschütterungen, die vorher schon angeführt worden, sind keine vorgefallen, die sich in

weitere Länder erstreckt hätten, als das Erdbeben vom 18. Februar. Es wurde in Frankreich, England, Deutschland und den Niederlanden gefühlt. Es war an den mehresten Orten, wie aus Westphalen, dem Hannöverischen und Magdeburgischen berichtet worden, mehr einer leichten Schaukelung eines durch unterirdische heftige Stürme bewegten Erdreichs zu vergleichen, als den Stössen einer entbrannten Materie. Nur die obersten Etagen in den Gebäuden fühlten die Schwankung, unten auf der Erde ward sie kaum bemerkt. Schon den 13. und 14. vorher wurden in den Niederlanden und den benachbarten Orten Erschütterungen gefühlt, und in diesen Tagen, vornehmlich vom 16. auf den 18., wütheten weit und breit in Deutschland, Polen, England Orkane, es zeigten sich Blitze und Ungewitter, kurz, der Luftkreis war in eine Art von Gährung gebracht, welches zur Bestätigung dessen dienen kann, was wir schon bei anderer Gelegenheit angemerkt haben, nämlich dass die Erdbeben oder die unterirdischen Entzündungen, die ihre Ursache sind, unsere Atmosphäre verändern, indem sie fremde Dünste in dieselbe ausstossen.

Hin und wieder sind einige Einsinkungen des Erdreichs geschehen. Es haben sich Felsenstücke von den Gebirgen abgerissen und sind mit fürchterlicher Gewalt in die Thäler gerollt. Diese Begebenheiten tragen sich öfters auch ohne vorgegangene Erdbeben zu. Anhaltende Regen machen, dass die Quelladern von Wasser angefüllt, öfters die Grundlage eines Stück Landes unterwaschen, indem sie das Erdreich hinwegspülen und ebenso Felsenstücke, vornehmlich wenn Frost und Nässe ihre Wirkungen vereinigen, von den Gipfeln der Berge abreissen. Die grossen Klüfte und Erdspalten, die sich hin und wieder in der Schweiz und anderwärts geöffnet und wieder grösstentheils geschlossen haben, sind deutlichere Beweisthümer einer ausdehnenden unterirdischen Gewalt, wodurch die Schichten von etwas geringerer Dichtigkeit zerborsten sind. Wenn wir diese Zerbrechlichkeit unseres Fussbodens, den Vorrath der unterirdischen Gluth, die vielleicht allenthalben die entzündbaren Materien, die

Steinkohlenlager, Harz und Schwefel in einem stets lodernden Feuer unterhalten mögen (sowie Steinkohlen-Bergwerke öfters, wenn sie sich von selbst an der Luft entzündet haben, Jahrhunderte hindurch glühen und um sich greifen), wenn wir, sage ich, diese Verfassung der unterirdischen Höhlen betrachten, scheint nicht bei derselben ein Wink genug zu sein, um unsere Wölbungen in ganze Meere von glühendem Schwefel zu versenken und unsere bewohnten Plätze mit Strömen von brennenden Materien zu verwüsten, so wie die ausgegossene Lava die Flecken verheerte, die neben dem Fusse des Aetna in einer unbekümmerten Ruhe angebaut waren? Der Herr D. Poll hat Recht, dass er in einer kurzen Abhandlung vom Erdbeben nichts weiter als Wasser fordert, um die stets glimmende Gluth unter der Erde durch ausgespannte Wasserdünste in Bewegung und die Erde in Erschütterung zu bringen; allein wenn er dem Lemeri'schen Experimente (welches durch eine Mischung von Schwefel und Feilstaub vermittelst Hinzuthuung des Wassers die Erschütterungen begreiflich machte) die Tauglichkeit dadurch benehmen will, dass er sagt, in der Erde werde kein gediegen Eisen, sondern blosse Eisenerde angetroffen, welche bei diesem Versuch nicht das Begehrte leistet, so gebe ich zu überlegen: ob erstlich nicht die vielfache Ursache der Erhitzung, z. E. die Auswitterung der Schwefelkiese, die Gährungen durch die Dazukunft des Wassers, wie nach einem Regen an der ausgegossenen Lava, imgleichen an dem immerwährenden Erdbrande von Pietra Mala verspürt wird, nachdem sie die tief befindliche Eisenerde zu gekörntem Eisen ausgeschmolzen, oder auch den Magnetstein, der der Natur des gediegenen Eisens so nahe kommt, und der ohne Zweifel allenthalben in der Tiefe reichlich angetroffen wird, zu der Ausübung dieses Experiments im Grossen nicht hinlängliche Materie liefern können? Die sehr seltsame Bemerkung, die aus der Schweiz berichtet wird, da ein Magnet während des Erdbebens von seiner senkrechten Richtung zusammt dem Faden, an dem er aufgehängt war, einige Grade abwich, scheint die Mitwirkung der magnetischen Materien beim Erdbeben bestätigen.

Es wäre ein Werk von weitläuftiger Ausführung, alle die Hypothesen, die ein Jeder, um sich selbst neue Wege der Untersuchung zu bahnen, aufbringt, und deren eine öfters den Platz der andern wie die Meereswellen einnimmt, anzuführen und zu prüfen. Es giebt auch einen gewissen richtigen Geschmack in der Naturwissenschaft, welcher bald die freie Ausschweifung einer Neuigkeitsbegierde von den sicheren und behutsamen Urtheilen, welche das Zeugniss der Erfahrung und der vernünftigen Glaubwürdigkeit auf ihrer Seite haben, zu unterscheiden weiss. Der Pater Bina und nur kürzlich der Hr. Prof. Krüger bringen die Meinung empor, die die Erscheinungen des Erdbebens mit denen von der Elektricität auf gleiche Ursachen setzt. Noch eine grössere Kühnheit ist in dem Vorschlage des Hrn. Prof. Hollmann, der, nachdem er die Nützlichkeit der Luftöffnungen in einem von entzündeten Materien geängstigten Erdreiche durch das Exempel der feuerspeienden Berge erwiesen, ohne welche die Königreiche Neapel und Sicilien nicht mehr sein würden, haben will, dass man die oberste Rinde der Erde bis in die tiefsten brennenden Klüfte durchgraben und dem Feuer dadurch einen Ausgang verschaffen solle. Die entsetzliche Dicke zusammt der Festigkeit der inwendigen Schichten, ohne welche solche grausame Anfälle der Erschütterungen ein solches Land gewiss längst würden zertrümmert haben, imgleichen das Wasser, das allen Durchgrabungen bald ein Ziel setzt, und endlich das Unvermögen der Menschen machen diesen Vorschlag zu einem schönen Traume. Von dem Prometheus der neueren Zeiten, dem Hrn. Franklin an, der den Donner entwaffnen wollte, bis zu demjenigen, welcher das Feuer in der Werkstatt des Vulkans auslöschen will, sind alle solche Bestrebungen Beweisthümer von der Kühnheit des Menschen, die mit einem Vermögen verbunden ist, welches in gar geringer Verhältniss dazu steht, und führen ihn zuletzt auf die demüthigende Erinnerung, wobei er billig anfangen sollte, dass er doch niemals etwas mehr als ein Mensch sei. [2])

XI.

M. Immanuel Kant's

neue Anmerkungen

zur Erläuterung

der

Theorie der Winde,

wodurch er zugleich zu seinen Vorlesungen einladet. 1)

Den 25. April 1756.

Vorerinnerung.

Man muss sich den Luftkreis als ein Meer von flüssiger elastischer Materie vorstellen, welches gleichsam aus Schichten von verschiedener Dichtigkeit, die in grösseren Höhen allemal abnimmt, zusammengesetzt ist. Wenn dieses flüssige Meer im Gleichgewicht bleiben soll, so ist nicht genug, dass die Luftsäulen, die man sich neben einander vorstellt, gleich schwer seien; sie müssen auch gleich hoch stehen, d. i. die Schicht von einer gewissen Dichtigkeit muss in allen Theilen ihres Umfangs in derselben Wasserwage stehen; denn nach den Gesetzen der Flüssigkeit würde in entgegengesetztem Falle der höhere Theil nothwendig nach der niederen Seite abfliessen, und das Gleichgewicht wäre den Augenblick gehoben. Die Ursachen, die das Gleichgewicht aufheben können, sind entweder die *Verminderung der ausspannenden Kraft* durch Kälte und Dampf, die die Federkraft der Luft schwächen, oder die *Verminderung der Schwere*, erstlich durch die Hitzte, womit eine gewisse Luftgegend stärker als eine andere ausgedehnt wird, und indem sie dadurch genöthigt ist, über die Wasserwage der andern zu steigen, abfliesst und eine leichtere Luftsäule ausmacht; und zweitens durch die Zusammenfliessung der Wasserdämpfe, die vorher von der Luft getragen wurden, nun aber, indem sie sich von ihr scheiden, einen Theil von dem Gewichte derselben entziehen. In beiden Fällen entsteht ein Wind nach der Gegend hin, wo die Luft entweder an ihrer Ausdehnungskraft oder Schwere eingebüsst hat; nur mit

dem Unterschiede, dass in dem ersten Falle das Gleichgewicht bald hergestellt ist, wie auch bei der zweiten Ursache des andern Falles, weil zu der Fortdauer des Windes in diesen Fällen eine Vermehrung der Ursache erfordert wird, welches unmöglich lange währen kann, dagegen die erste Ursache dieses letzteren Falles, weil sie immer nur fortgesetzt werden darf, ohne sich zu vermehren, eine sehr kräftige Quelle anhaltender Winde abgiebt.

Die Ursachen, die entweder wegen Vermehrung der Elasticität, wie z. E. durch die Wärme, oder zugleich der Schwere, wie der aus dem schmelzenden Schnee befreiten Luft, die Atmosphäre bewegen, sind bei Weitem nicht so kräftig, weil alsdenn sowohl die Bewegung gegen eine ruhende Luft geschieht, die ihr mit ihrem ganzen Gewichte widersteht, als auch selbst die sich ausbreitende Luftgegend nach oben ebenso stark als nach den Seiten sich ausdehnt, also ihre eigene Gewalt schwächt. Daher ein Wind aus diesen Ursachen unmöglich in grossen Weiten kann verspürt werden.

Ich führe Alles dieses nur kurz an und setze voraus, dass das eigene Nachdenken des Lesers das nöthige Licht über das Vorgetragene ausbreiten werde. Ich möchte nicht gerne in so wenig Blättern sehr wenig sagen.

Erste Anmerkung.

Ein grösserer Grad der Hitze, der auf eine Luftgegend mehr als auf eine andere wirkt, macht einen nach dieser erhitzten Luftgegend hin, der so lange anhält, als die vorzügliche Wärme der Gegend fortdauert.

Die vermehrte Hitze nöthigt die Luft, mehr Raum einzunehmen. Sie breitet sich zu den Seiten und ebenso stark in die Höhe aus. In diesem Augenblicke wird das Gewicht dieser Luftgegend verändert, weil, indem die oberwärts sich erhebende Luft überfliesst, die Luftsäule fortan weniger Luft enthält. Die benachbarte kühlere, mithin dichtere und schwerere Luft

verdrängt sie wegen der Ueberwucht aus ihrem Platz. Sie wird ebenso, wie die vorige, verdünnt und leichter gemacht, und weicht also dem Drucke der nächsten und so fortan. Man denke nicht, diese erhitzte Luft, da sie ebensowohl seitwärts sich auszubreiten bestrebt ist, werde einen Wind von der Gegend der Erhitzung in die kühlere Luftgegend machen. Denn erstlich, weil die Ausbreitung nach allen Seiten gleich stark geschieht, mithin die Ausspannungskraft, die dieser umgekehrt proportionirt ist, wie der Kubus der Entfernung von dem Mittelpunkte gegenseitig abnimmt, so würde die sich ausbreitende Gewalt eines Platzes von Luft, der 4 Quadratmeilen in sich enthielte, wenn sie um den zehnten Theil vermehrt worden, in der Entfernung einer Meile von diesem erhitzten Platze nur noch den achtzigsten Theil dieser vermehrten Kraft betragen, mithin gar nicht einmal können verspürt werden. Die Ausbreitung kann aber auch nicht einmal bis dahin reichen. Denn ehe die Luft sich noch so weit erweitert, wird sie wegen der Verminderung ihres Gewichts dem Druck der dichteren weichen und ihren Platz derselben einräumen.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Die angeführte Regel wird so sehr durch alle Erfahrungen bestätigt, dass man auch nicht eine einzige Ausnahme dagegen aufbringen kann. Alle Inseln, die im Meere liegen, alle Küsten der Länder in Gegenden, wo die Sonnenhitze stark wirkt, empfinden einen anhaltenden Seewind, sobald die Sonne sich so weit über den Horizont erhobon hat, dass sie auf die Erde namhaft wirkt. Denn da diese mehr Erhitzung als das Meer annimmt, so wird die Landluft mehr verdünnt als die Seeluft, und weicht daher wegen ihrer Leichtigkeit dem Gewichte der letzteren. In dem weitläuftigen, äthiopischen Ocean ist der Wind sehr weit vom festen Lande der natürliche allgemeine Ostwind, aber näher zu den Küsten von Guinea bekommt er eine Wendung von diesem seinem Zuge und wird genöthigt,

über Guinea hinzuwehen, welches durch die Sonne mehr als das Weltmeer erhitzt, einen Zug der Luft über seinen erwärmten Boden verursacht. Man sehe nur die Karte an, die Jurin bei des Varenius allgemeiner Geographie, oder Musschenbroeck seiner Physik beigefügt hat, so wird man in einem Augenblick, wenn man den natürlichen allgemeinen Ostwind und diese Regel zugleich vor Augen hat, alle Richtungen des in dem Meere bei Guinea wehenden Windes, die Tornaden und alles Uebrige völlig einsehen und erklären können. Darum regieren im Norden die Nordwinde zur Winterszeit, wenn die Sonne die Luft in der südlichen Halbkugel verdünnt. Daher heben auch die Winde im Anfange des Frühlings an von dem Aequator nach der nördlichen Halbkugel zu wehen, weil die vermehrte Sonnenwärme in dieser die Luft verdünnt, und einen Rückzug von dem Aequator zu der nördlichen temperirten Zone hin verursacht. Dieser Wind erstreckt sich nicht weit in diesen gemässigten Erdstrich hinein, weil die Sonnenwärme zu der Zeit noch nicht viel Wirkung in grösserer Entfernung vom Aequator verrichten kann. Um diese Zeit, im April- und Maimonate, wehen die Winde aus dem innern Aethiopien über Aegypten hin, welche die Campsin genannt werden und, da sie von einem erhitzten Boden kommen, eine brennendheisse Luft mit sich führen; denn die verdünnte Luft in der temperirten Zone nöthigt die Aequatorsluft, zurückzutreten und sich eine Zeit lang über diese Gegend auszubreiten.

Zweite Anmerkung.

Din Luftgegend, die sich mehr, als eine andere verkühlt, bringt in der benachbarten einen Wind zuwege, der in den Platz der Verkühlung hineinweht.

Die Ursache ist aus der Verminderung der ausdehnenden Kraft, durch die Abnahme der Wärme, leicht begreiflich.

Bestätigung aus der Erfahrung.

In allen Meeren nahe bei den Küsten des festen Landes oder der Inseln, die einer starken Sonnenwirkung ausgesetzt sind, weht des Nachts ein anhaltender Landwind. Denn zu der Zeit verliert die Seeluft schneller ihre Wärme als die Landluft, weil der erhitzte Boden in der letzteren die Wärme ohne sonderliche Verminderung erhält, dagegen das Meer, welches wenig Hitze des Tages über eingenommen hat, die über ihm befindliche Luft schneller verkühlen lässt. Daher weichet diese der Ausspannungskraft der ersteren und verstattet einen Luftzug von dem Lande in die abgekühlte Meeresgegend. Die Südwinde, die, wie Mariotte anmerkt, in Frankreich im Anfange des Novembers wehen, sind der Verkühlung der Luft im tiefen Norden, da der Winter alsdenn mit aller Strenge anhebt, zuzuschreiben.

Dritte Anmerkung.

Ein Wind, der vom Aequator nach dem Pole hinweht, wird immer je länger, desto mehr westlich, und der von dem Pole zum Aequator hinzieht, verändert seine Richtung in eine Collateralbewegung aus Osten.

Diese Regel, welche, so viel mir wissend ist, noch niemals angemerkt worden, kann als ein Schlüssel zur allgemeinen Theorie der Winde angesehen werden. Der Beweis derselben ist sehr begreiflich und überzeugend. Die Erde dreht sich von Abend gegen Morgen um ihre Achse. Ein jeder Ort auf ihrer Oberfläche hat daher desto mehr Schnelligkeit, je näher er dem Aequator ist, und desto weniger, je weiter er davon entfernt ist. Die Luft, die zu dem Aequator hingeht, trifft auf ihrem Wege also immer Oerter an, die mehr Bewegung vom Abend gegen Morgen haben, als sie selber. Sie wird also diesen einen Widerstand in entgegengesetzter Richtung, nämlich von Osten nach Westen leisten, nnd der Wind wird daher in dieser

Collateralrichtung abweichen. Denn es ist einerlei, ob der Boden unter einem flüssigen Wesen, das nicht in gleicher Schnelligkeit nach derselben Richtung bewegt wird, fortrückt, oder ob dieser über den Boden in entgegengesetzter Direction bewegt wird. Wenn dagegen der Wind vom Aequator zum Pole hinweht, so kommt er immer über Oerter der Erde, die weniger Bewegung vom Abend gegen Morgen haben als die Luft, die er mit sich führt; denn diese hat eine solche, die der Schnelligkeit des Orts gleich ist, von da er sich ausgebreitet hat. Er wird also über die Oerter, worüber er kommt, vom Abend gegen Morgen wegziehen, und seine Bewegung zum Pole hin wird mit der Collateralbewegung aus Abend verbunden werden.

Um sich dieses deutlich vorzustellen, muss man zuerst vor Augen haben, dass, wenn die Atmosphäre im Gleichgewicht ist, ein jeder Theil derselben mit dem Orte der Oberfläche der Erde, worüber er sich befindet, gleiche Geschwindigkeit der Drehung von Abend gegen Morgen habe und in Ansehung desselben in Ruhe sei. Wenn aber ein Theil des Luftkreises in der Richtung des Meridians seinen Platz verändert, so trifft er auf Stellen des Erdbodens, die sich mit mehr oder weniger Schnelligkeit von Abend gegen Morgen bewegen, als er von demjenigen Orte noch an sich hat, von welchem er weggerückt worden. Er wird sich also über die Gegenden, worüber er zieht, entweder mit einer Abweichung von Abend gegen Morgen bewegen, oder in der Richtung von Morgen gegen Abend der Oberfläche der Erde widerstehen, welches in beiden Fällen einen Wind macht, der diese Collateralrichtung hat. Die Stärke dieser Seitenbewegung beruht sowohl auf der Schnelligkeit des Orts, worüber er bewegt wird, als auch auf dem Unterschiede der Schnelligkeit der Oerter, von und zu welchen er übergeht. Nun ist aber die Schnelligkeit der Achsendrehung eines jeden Punktes auf der Oberfläche der Erde dem Cosinus der Breite, und der Unterschied dieses Coninus zweier sehr nahe, z. E. einen Grad weit von einander abstehenden Oerter der Oberfläche dem Sinus der Breite proportionirt; also wird das Moment der

Geschwindigkeit, womit er in dem Uebergange aus einem Grade der Breite in den andern südwärts verrückt wird, in zusammengesetztem Verhältniss der Sinus und Cosinus der Breiten stehen, mithin bei dem 45. Grade am grössten, in gleicher Entfernung aber von demselben gleich sein.

Damit man sich von dem Grade dieser Collateralbewegung einen Begriff machen könne, so lasst uns einen Nordwind nehmen, der von der Breite von 23½ Grad zum Aequator hinweht. Dieser hat, wenn er von benanntem Grade angefangen, eine Bewegung, die der seines Orts von Abend gegen Morgen gleich ist. Wenn er 5 Grade näher zum Aequinoctialzirkel gekommen, so trifft er einen Erdstrich an, der sich schneller in der benannten Richtung bewegt. Nun findet man durch eine leichte Rechnung, dass der Unterschied der Schnelligkeit dieser beiden Parallelzirkel 45 Fuss in einer Secunde austrägt; also würde die Luft, wenn sie aus dem 23. Grade in den 18. angelangt ist, der Erde in dieser Gegend einen Gegenwind von Morgen gegen Abend verursachen, der 45 Fuss in einer Secunde zurückzulegen vermögend wäre, wenn nicht in dem ganzen Wege dieser 5 Grade der darüber ziehenden Luft durch den Umschwung der Erde schon immer etwas von ihrer Bewegung wäre mitgetheilt worden, so dass dieser Unterschied im 5. Grade der Fortrückung bei Weitem so viel nicht austragen kann. Weil aber doch immer ein Unterschied übrig bleiben muss, so wollen wir ihn nur den 5. Theil desjenigen, der ohne diesen Grund statthaben würde, annehmen, so wird die Collateralbewegung dennoch 9 Fuss in einer Secunde austragen, welches genug ist, um aus einem geraden Nordwinde, welcher 18 Fuss in einer Secunde durchstreicht und vom 23. Grade anhebt, im 18. einen Nordostwind zu machen. Ebenso wird ein Südwind, der vom 18. Grade in den 23. mit eben dieser Schnelligkeit übergegangen, in dem letzteren Grade in einen Südwestwind verändert werden, weil er mit einem ebenso grossen Ueberschusse des Schwunges von Abend gegen Morgen, als vorher ausgerechnet worden, in den langsamer bewegten Parallelzirkel übertritt.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Diese wird den folgenden Anmerkungen beigefügt werden.

Vierte Anmerkung.

Der allgemeine Ostwind, welcher den ganzen Ocean zwischen den Wendezirkeln beherrscht, ist keiner anderen Ursache, als der, welche aus der ersten mit der dritten verbundenen Anmerkung erhellt, zuzuschreiben.

Diejenige Meinung, welche den allgemeinen Ostwind dem Nachbleiben des Luftkreises bei der Drehung der Erde von Abend gegen Morgen beimisst, ist mit gutem Grunde von den Naturkundigen verworfen worden; weil der Luftkreis, wenn er gleich anfänglich bei dem ersten Umschwunge etwas zurückgeblieben, doch in Kurzem mit gleicher Schnelligkeit muss fortgeführt worden sein. Ich habe diesen Gedanken aber auf eine vortheilhaftere und richtigere Art angebracht, indem ich beweise, dass er gilt, wenn die Luft aus den entlegeneren Parallelzirkeln zu dem Aequator tritt, denn alsdenn hat sie gewiss nicht gleiche Geschwindigkeit mit der Bewegung dieses grössten Zirkels, und muss ohne Zweifel etwas nachbleiben. Der hieraus entstehende Ostwind wird unaufhörlich sein, wenn unaufhörlich neue Luft zu dem Aequator von den Seiten hinzieht; denn die vorige würde freilich bald diese entgegenstrebende Bewegung durch die fortgesetzte Wirkung der Erdfläche verlieren.

Seitdem diese erste Ursache mit allgemeiner Uebereinstimmung abgeschafft ist, so ist man darin übereingekommen, den allgemeinen Ostwind zwischen den Wendezirkeln dem Nachzuge der Luft hinter diejenige, die durch die Sonne von Morgen gegen Abend hin verdünnt worden, zuzuschreiben. Man würde mit dieser Erklärung gewiss nicht zufrieden gewesen sein, wenn man eine bessere gehabt hätte. Wenn die Luft aus der Ursache der ersten Anmerkung zu dem von der

Sonnenwirkung erhitzten Platze herbeizieht, so muss es die gegen Abend der Sonne abstehende ebensowohl thun, als die gegen Morgen sich befindet; ich sehe also nicht, warum um den ganzen Erdboden nichts als Ostwind sein sollte. Wenn sie aber nur wegen der Verkühlung einer einige Zeit vorher erwärmten Luft sich in ihrem Platz bewegt, so muss sie sich um deswillen eher von Abend gegen Morgen bewegen, weil die Oerter, die von der Sonne gegen Morgen liegen, sich mehr verkühlt und also weniger Elasticität haben, als welche die Sonne länger verlassen hat. Kann man sich aber, wenn ich gleich zugeben wollte, dass Alles so zuginge, als man es verlangt, auf irgend eine vernünftige Art vorstellen, wie es möglich sei, dass der Zug der Luft, der, wenn die Sonne im Abendhorizonte ist, ihr nachgeht, bis 180 Grade davon, d. i. 2700 Meilen morgenwärts einen Nachzug verursachen könne, und muss in so erstaunlichen Entfernungen nicht eine so geringe Bewegung gänzlich verschwinden? Und doch bewegt sich der Wind in allen Theilen des Wendezirkels, und in allen Tageszeiten gleich stark von Morgen gegen Abend. Herr Jurin, der ebendieselbe Meinung unterstützt, hat freilich guten Grund, wenn er es nicht beweisen kann, warum nicht weit von den Wendezirkeln, da doch gewiss die Sonnenwirkung auch nicht unbeträchtlich ist, ebenderselbe Ostwind verspürt werde. Denn in der That, er kann gar nicht aus der angeführten Ursache erklärt werden.

Sehet also hier eine andere, welche besser mit den bekanntesten Gründen der Naturwissenschaft zusammenstimmt. Die Hitze, die in dem heissen Erdstriche und neben demselben stärker ist, als anderwärts, erhält die Luft, die sich über demselben befindet, in beständiger Verdünnung. Die etwas weniger heissen und also auch schweren Luftstriche, die weiter von dem Aequator abstehen, dringen nach den Gesetzen des Gleichgewichts in ihren Platz, und weil sie zu dem Aequator sich hin bewegen, so muss ihre nördliche Richtung nach der dritten Anmerkung in eine Collateralbewegung aus Osten ausschlagen. Daher wird der allgemeine Ostwind zu den Seiten des Aequators eigentlich ein Col-

lateralwind sein, der aber unter der Linie selber, wo der Südost- und der Nordostwind von beiden Hemisphärien gegen einander streben, in einen geraden Ostwind ausschlagen muss, je weiter aber von der Linie, desto mehr nach der Polarrichtung abweicht.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Die Barometerhöhe ist nach allen einstimmigen Beobachtungen einen Zoll niedriger nahe zum Aequator als in den temperirten Zonen. Folgt nun hieraus nicht von selber, dass die Luft dieser letzteren Erdstriche nach den Gesetzen des Gleichgewichts zum Aequator hindringen müsse, und macht diese Bewegung nicht in unserer Halbkugel einen immerwährenden Nordwind in der heissen Zone? Woher schlägt er aber immer mehr und mehr, und endlich unter der Linie gänzlich in einen Ostwind aus? Die Antwort findet man am Ende der IV. Anmerkung. Warum aber wird das Gleichgewicht niemals völlig wiederhergestellt? Weswegen bleibt die Luft in dem brennenden Erdgürtel immer um einen Zoll Quecksilberhöhe leichter als die in der temperirten Zone? Die immer hier wirksame Hitze hält alle Luft in einer stätigen Ausspannung und Verdünnung. Wenn also auch neue Luft in diese Gegend dringt, um das Gleichgewicht herzustellen, so wird diese ebensowohl wie die vorige ausgebreitet. Die erhöhte Luftsäule steigt über die Wasserwage der übrigen und fliesst oberwärts nach dieser Seite ab. Also muss die Aequatorsluft, weil sie niemals höher steigen kann, als die in den temperirten Zonen, und dennoch eine dünnere Luft in sich enthält, immer leichter sein als diese und dem Drucke derselben nachgeben.

Erklärung der Westwinde, welche den Ocean in dem Zwischenraume zwischen dem 28. und 40. Grade grösstentheils beherrschen.

Die Richtigkeit der Beobachtung selber ist durch die Erfahrung der Seefahrenden sowohl im stillen, als

Atlantischen, als auch Japanischen Meere hinlänglich bestätigt. Zur Ursache bedarf man keines anderen Grundsatzes als desjenigen aus der vorigen Anmerkung. Eigentlich sollte aus dem daselbst angeführten Grunde hier ein gemässigter Nordostwind wehen. Weil aber die Luft, die sich von beiden Hemisphärien zu dem Aequator häuft, daselbst unaufhörlich überfliesst und sich in der oberen Region unserer Halbkugel nach Norden ausbreitet, und, da sie von dem Aequator herkommt, beinahe völlig die Bewegung desselben überkommen hat, so muss sie mit einer Collateralbewegung von Abend gegen Morgen über die untere Luft in den entfernteren Parallelzirkeln fortrücken (siehe die dritte Anmerkung); sie wird aber ihre Wirkung nur da auf die niedrige Luft thun, wo die entgegengesetzte Bewegung derselben schwächer wird, und wo sie selber in die untere Region herabtritt. Dieses aber muss in einer ziemlich namhaften Entfernung von dem Aequator geschehen, und daselbst werden West- und Collateralwinde herrschen.

Fünfte Anmerkung.

Die Moussons oder periodischen Winde, die den Arabischen, Persischen und Indischen Ocean beherrschen, werden ganz natürlich aus dem in der dritten Anmerkung erwiesenen Gesetz erklärt.

In diesen Meeren wehen vom April bis in den September Südwestwinde, eine Zeit lang folgen Windstillen darauf, und von dem October bis in den März wehen wieder die entgegengesetzten Nordostwinde. Man sieht, durch das Vorige vorbereitet, in einem Augenblicke die Ursache davon ein. Die Sonne tritt in dem Märzmonat in unsere nördliche Halbkugel hinüber und erhitzt Arabien, Persien, Indostan, die anliegenden Halbinseln, imgleichen China und Japan stärker, als die zwischen diesen Ländern und dem Aequator befindlichen Meere. Die Luft, die über diesen Meeren steht, wird durch eine solche Verdünnung der

nördlichen Luft genöthigt, nach dieser Seite sich auszubreiten, und wir wissen, dass ein Wind, der vom Aequator nach dem Nordpole hingeht, in eine südwestliche Richtung ausschlagen muss. Dagegen, sobald die Sonne das Herbst-Aequinoctium überschritten, und die Luft der südlichen Halbkugel verdünnt, so tritt die aus dem nördlichen Theile des heissen Erdstriches hinunter zum Aequator. Nun schlägt ein aus den nördlichen Gegenden zur Linie eilender Wind nothwendig, wenn er sich selbst überlassen ist, in einen Nordostwind aus; also ist leicht einzusehen, warum dieser den vorigen Südwestwind ablösen müsse.

Man sieht auch leicht den Zusammenhang dieser Ursachen, insoweit sie zur Hervorbringung der periodischen Winde zusammenstimmen. Es muss nahe bei dem Wendezirkel ein weitgestrecktes festes Land sein, welches durch die Sonnenwirkung mehr Hitze annimmt als die Meere, die zwischen ihm und dem Aequator begriffen sind, so wird die Luft dieser Meere bald genöthigt werden, über diese Länder hinzustreichen, und einen westlichen Collateralwind machen, bald von diesen Ländern sich wiederum über die Meere ausbreiten.

Bestätigung aus der Erfahrung.

In dem ganzen Ocean zwischen Madagascar und Neuholland weht der beständige, und den Meeren, die dem Wendezirkel des Steinbocks nahe liegen, natürliche Südostwind. Allein in der Gegend von Neuholland, in einem weitgestreckten Meere neben diesem Lande sind die periodischen Winde anzutreffen, die vom April bis in den October von Südost, und die übrigen Monate von Nordwest wehen. Denn diese letzteren Monate hindurch ist in den Australländern, wovon wir nur die Küsten Neuhollands kennen, Sommer. Die Sonne erhitzt hier das Erdreich weit stärker als die benachbarten Meere, und nöthigt die Luft von den Gegenden des Aequators nach dem Südpole hinzustreichen, welche nach dem, was in der dritten An-

merkung gesagt worden, einen Nordostwind verursachen muss. In den Monaten vom April bis in den October erhebt sich die Sonne über das nördliche Hemisphärium, und aldenn tritt die südliche Luft wiederum zurück zum Aequator, um in die Gegend der Verdünnung zu strömen, und macht den entgegengesetzten Südostwind. Es ist nicht zu verwundern, dass die mehresten Naturforscher von der periodischen Veränderung der Winde in dem gedachten Theile des südlichen Oceans keinen Grund angeben können, weil das Gesetz ihnen nicht bekannt war, das wir in der dritten Anmerkung ausgeführt haben. Diese Einsicht kann ungemein nützlich werden, wenn man sie zur Entdeckung neuer Länder anwenden will. Wenn ein Seefahrender in der südlichen Halbkugel nicht weit von dem Wendezirkel zu der Zeit, wenn die Sonne denselben überschritten hat, einen anhaltenden Nordwestwind verspürt, so kann dieses ihm ein beinahe untrügliches Merkmal sein, dass gegen Süden hin ein weitgestrecktes festes Land sein müsse, über welches die Sonnenhitze die Aequatorsluft nöthigt zu streichen, und einen mit einer westlichen Abweichung verbundenen Nordwind macht. Die Gegend von Neuholland giebt nach den jetzigen Wahrnehmungen noch die grösste Vermuthung eines daselbst befindlichen weit ausgebreiteten Australlandes. Diejenigen, welche das stille Meer befahren, können unmöglich alle Gegenden der südlichen Halbkugel durchsuchen, um daselbst neue Länder auszuspähen. Sie müssen eine Anleitung haben, die sie urtheilen lässt, auf welcher Seite sie solche wahrscheinlicher Weise antreffen werden. Diese Anleitung können ihnen die Nordwestwinde geben, die sie daselbst in grossen Meeresstrichen zur Sommerszeit antreffen möchten, denn diese sind Merkmale eines nahen Südlandes.

Beschluss.

Es ist eine Quelle eines nicht geringen Vergnügens, wenn man, durch die obigen Anmerkungen vorbereitet, die Karte ansieht, worauf die beständigen oder perio-

dischen Winde aller Meere anzutreffen sind; denn man ist im Stande, mit Hinzuziehung der Regel, dass die Küsten der Länder die Richtung der Winde nahe bei denselben ihnen parallel machen, von allen Winden Grund anzugeben. Die Zwischenzeiten der periodischen Winde, die eine Zeit lang eine Gegend durchstreichen und hernach von entgegengesetzten abgelöst werden, die Zwischenzeit dieser Abwechselung, sage ich, ist mit windstillem Regen, Ungewittern und plötzlichen Orkanen beunruhigt. Denn alsdenn herrscht schon in der oberen Luft der entgegengetzte Wind, wenn der vorige noch in der unteren nicht völlig nachgelassen hat, und indem beide gegen einander treiben, so halten sie sich endlich im Gleichgewicht auf, verdicken die Dünste, die sie mit sich führen, und richten alle die genannten Veränderungen an. Man kann es auch fast als eine allgemeine Regel annehmen, dass Ungewitter durch einander entgegenstrebende Winde zusammengetrieben werden. Denn man bemerkt gemeiniglich, dass nach dem Gewitter sich der Wind ändere. Nun war dieser entgegengesetzte Wind schon wirklich vor dem Ungewitter in der oberen Luft anzutreffen, er war auch derjenige, welcher die Wettermaterie zusammentrieb und die Wetterwolke über den Horizont führte; denn man findet gewöhnlich, dass die Ungewitter dem unteren Winde entgegen aufsteigen, das Gewitter entstand, als die Winde sich im Gleichgewichte aufhielten, und nach demselben behält der entgegengesetzte die Oberhand. Die anhaltenden Regen, die oft bei hohem Barometer, als z. E. im vorigen Sommer (1755), wahrgenommen werden, sind solchen einander in zwei Regionen entgegenstrebenden Luftzügen mit vieler Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben. Man kann die Bemerkung des Mariotte, dass die Winde, die im neuen Lichte aus Norden zu wehen anfangen, ungefähr in 14 Tagen den ganzen Compass durchlaufen, so dass sie erstlich in Nordost, dann in Osten, darauf in Südost und so ferner herumgehen, imgleichen, dass die Winde niemals den ganzen Zirkel in entgegengesetzter Richtung vollenden, durch die Regel der dritten Anmerkung vollkommen erklären. Denn der Nordwind schlägt natürlicher

Weise in einen Nordostwind aus; dieser, wenn das Gleichgewicht mit der Gegend, wohin er zieht, hergestellt ist, wird wegen des Widerstandes derselben Luftgegend ganz östlich. Alsdenn, weil die in Süden zusammengedrückte Luft sich wieder nach Norden ausdehnt, macht dieses in Verbindung mit dem Ostwinde eine südöstliche Abweichung; diese wird durch die in der dritten Anmerkung angeführte Ursache erst südlich, dann südwestlich, darauf wegen des Widerstandes der nördlichen ins Gleichgewicht hergestellten Luft westlich, darauf aus Verbindung mit der sich wieder ausdehnenden nördlichen Luft nordwestlich, endlich gänzlich nördlich.

Der Raum, den ich dieser kurzen Betrachtung bestimmt habe, setzt ihrer weiteren Ausführung Schranken. [2])

XII.

Entwurf und Ankündigung

eines

Collegii der physischen Geographie

nebst dem Anhange

einer kurzen Betrachtung über die Frage:

ob die Westwinde in unseren Gegenden darum feucht seien, weil sie über ein grosses Meer streichen?[1])

1757.

Der vernünftige Geschmack unserer aufgeklärten Zeiten ist vermuthlich so allgemein geworden, dass man voraussetzen kann, es werden nur Wenige gefunden werden, denen es gleichgültig wäre, diejenigen Merkwürdigkeiten der Natur zu kennen, die die Erdkugel auch in andern Gegenden in sich fasst, welche sich ausser ihrem Gesichtskreise befinden. Es ist auch für keinen geringen Vorzug anzusehen, dass die leichtgläubige Bewunderung, die Pflegerin unendlicher Hirngespinnste, der behutsamen Prüfung Platz gemacht hat, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, aus beglaubigten Zeugnissen sichere Kenntnisse einzuziehen, ohne in Gefahr zu sein, statt der Erlangung einer richtigen Wissenschaft der natürlichen Merkwürdigkeiten uns in einer Welt von Fabeln zu verirren.

Die Betrachtung der Erde ist vornehmlich dreifach. Die mathematische sieht die Erde als einen beinahe kugelförmigen und von Geschöpfen leeren Weltkörper an, dessen Grösse, Figur und Zirkel, die auf ihm müssen gedacht werden, sie erwägt. Die politische lehrt die Völkerschaften, die Gemeinschaft, die die Menschen unter einander durch die Regierungsform, Handlung und gegenseitiges Interesse haben, die Religion, Gebräuche u. s. w. kennen; die physische Geographie erwägt blos die Naturbeschaffenheit der Erdkugel, und was auf ihr befindlich ist: die Meere, das feste Land, die Gebirge, Flüsse, den Luftkreis, den Menschen, die Thiere, Pflanzen und Mineralien. Alles dieses aber nicht mit derjenigen Vollständigkeit und philosophischen Genauheit in den Theilen, welche ein Geschäft der Physik und Naturgeschichte ist, sondern mit der vernünftigen Neubegierde eines Reisenden, der allenthalben das Merkwürdige, das Sonderbare und Schöne

aufsucht, seine gesammelten Beobachtuugen vergleicht und seinen Plan überdenkt.

Ich glaube bemerkt zu haben, dass die ersten zwei Gattungen der Erdbetrachtung Hülfsmittel genug für sich finden, wodurch ein Lehrbegieriger auf eine so bequeme als hinreichende Art fortzukommen im Stande ist; allein eine vollständige und richtige Einsicht in der dritten führt mehr Bemühung und Hindernisse mit sich. Die Nachrichten, die hiezu dienen, sind in vielen und grossen Werken zerstreut, und es fehlt noch an einem Lehrbuche, vermittelst dessen diese Wissenschaft zum akademischen Gebrauche geschickt gemacht werden könnte. Daher fasste ich gleich zu Anfange meiner akademischen Lehrstunden den Entschluss, diese Wissenschaft in besondern Vorlesungen nach Anleitung eines summarischen Entwurfes vorzutragen. Dieses habe ich in einem halbjährigen Collegio zur Genugthuung meiner Zuhörer geleistet. Seitdem habe ich meinen Plan ansehnlich erweitert. Ich habe aus allen Quellen geschöpft, allen Vorrath aufgesucht, und ausser demjenigen, was die Werke des Varenius, Buffon und Lulof von den allgemeinen Gründen der physischen Geographie enthalten, die gründlichsten Beschreibungen besonderer Länder von geschickten Reisenden, die allgemeine Historie aller Reisen, die Göttingische Sammlung neuer Reisen, das Hamburgische und Leipziger Magazin, die Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Paris und Stockholm u. a. m. durchgegangen, und aus Allem, was zu diesem Zweck gehörte, ein System gemacht. Ich liefere hier hievon einen kurzen Entwurf. Man wird urtheilen können, ob es, ohne dem Namen eines Gelehrten Abbruch zu thun, erlaubt sei, in diesen Dingen unwissend zu sein.

Kurzer Abriss der physischen Geographie.

Vorbereitung.

Die Erde wird kürzlich nach ihrer Figur, Grösse.

Bewegung und den Zirkeln, die wegen dieser auf ihr müssen gedacht werden, betrachtet, doch ohne sich in diejenige Weitläuftigkeit einzulassen, die für die mathematische Geographie gehört. Alles dieses wird auf dem Globo, und zugleich die Eintheilung in Meere, festes Land nnd Inseln, die Proportion ihrer Grösse, die Klimata, die Begriffe der Länge, der Breite, der Tageslänge und der Jahreszeiten kürzlich gewiesen.

Abhandlung.

I. Allgemeiner Theil der physischen Geographie.

Erstes Hauptstück.

Vom Meere.

Dessen Eintheilung in den Ocean, die mittelländischen Meere und die Seen. Von Archipelagis. Von den Busen, Meerengen, Häfen, Ankerplätzen. Vom Boden des Meeres und dessen Beschaffenheit. Von der Tiefe desselben in verschiedenen Meeren gegen einander verglichen. Vom Senkblei und der Taucherglocke. Methoden, versunkene Sachen in die Höhe zu bringen. Vom Druck des Meerwassers. Von seiner Salzigkeit. Verschiedene Meinungen der Ursache derselben. Zubereitung des Meersalzes. Methoden, Seewasser süss zu machen. Von der Durchsichtigkeit, dem Leuchten, der Farbe desselben und den Ursachen ihrer Verschiedenheit. Von der Kälte und Wärme desselben in unterschiedlichen Tiefen. Ob das Weltmeer in allen seinen Theilen gleich hoch stehe. Warum das Meer von den Flüssen nicht voller werde. Ob Meere und Seen eine unterirdische Gemeinschaft haben. Bewegung des Meeres durch die Stürme. Wie weit dieselbe sich in der Tiefe erstrecke. Die Meere und Seen, die am unruhigsten sind. Von der Ebbe und Fluth. Gesetze derselben und Ursache. Abweichung von diesen Gesetzen. Allgemeine Bewegung des Meeres. Wie diese durch die Küsten und Felsen anders bestimmt werde. Von den Meerströmen. Von Meerstrudeln. Ursachen derselben. Von dem Zuge

der Wasser in den Meerengen. Vom Eismeer. Schwimmende Eisfelder. Nordisches Treibholz. Einige andere Merkwürdigkeiten. Von Klippen und Sandbänken. Von inländischen Seen und Morästen. Merkwürdigen Seen, wie der Cirknitzer und andere.

Zweites Hauptstück.

Geschichte des festen Landes und der Inseln.

Von den unbekannten Ländern, die es entweder gänzlich oder zum Theil sind. Die Berge, Gebirge, das feste Land und die Inseln in einem systematischen Begriffe betrachtet. Von Vorgebirgen, Halbinseln, Landengen. Verglichene Höhe der namhaftesten Berge über den ganzen Erdkreis. Allerlei Beobachtungen auf ihren Spitzen in verschiedenen Welttheilen. Vom Gletscher oder dem schweizerischen Eismeere. Methoden, ihre Höhe zu messen. Von den natürlichen und künstlichen Höhlen und Klüften. Von der Structur des Erdklumpens. Von den Stratis ihrer Materie, Ordnung und Lage. Von den Erzgängen. Von der Wärme, Kälte und der Luft in verschiedenen Tiefen. Historie der Erdbeben und feuerspeienden Berge auf der ganzen Erdkugel. Betrachtung der Inseln, sowohl derer, die gewiss als solche erkannt werden, als von denen es zweifelhaft ist.

Drittes Hauptstück.

Geschichte der Quellen und Brunnen.

Verschiedene Hypothesen von ihrem Ursprung. Beobachtungen, daraus derselbe kann erkannt werden. Quellen, welche periodisch fliessen. Versteinernde, mineralische, heisse und überaus kalte Quellen. Vom Cementwasser. Entzündbare Brunnen. Vom Petroleo und Naphta. Von Veränderung, Entstehen und Vergehen der Quellen. Vom Graben der Brunnen.

Viertes Hauptstück.

Geschichte der Flüsse und Bäche.

Ursprung der Flüsse. Vergleichung der merkwürdigsten auf der Erde in Ansehung der Länge ihres Laufs, ihrer Schnelligkeit, der Menge ihres Wassers; von ihrer Richtung, der Grösse ihres Abhanges, Aufschwellung, Ueberschwemmung, Dämmen und Buhnen, den berühmtesten Kanälen. Von Wasserfällen. Von Flüssen, die im Laufe versiegen. Von solchen, die sich unter die Erde verbergen und wieder hervorkommen. Von Flüssen, die Goldsand führen. Methode, es abzusondern. Von der unterschiedenen Schwere des Wassers der Flüsse.

Fünftes Hauptstück.

Geschichte des Luftkreises.

Höhe der Atmosphäre. Die drei Regionen derselben. Vergleichung der Eigenschaften der Luft in verschiedenen Weltgegenden, in Ansehung der Schwere, Trockenheit, Feuchtigkeit, Gesundheit. Betrachtung ihrer Eigenschaft in grossen Höhen und Tiefen. Wirkung der Luft auf das Licht der Sterne in verschiedenen Ländern.

Geschichte der Winde.

Die vornehmsten und geringeren Ursachen derselben. Ihre Eintheilung nach den Weltgegenden. Winde von verschiedenen Eigenschaften, der Trockenheit, Feuchte, Wärme, Kälte und Gesundheit. Vom Passatwinde, dessen allgemeinen und besondern Gesetzen, nach Beschaffenheit der Erdstriche. Von den Moussons. Von den abwechselnden See- und Landwinden. Von denen, die in einer Gegend die mehreste Zeit herrschen. Von der Schnelligkeit der Winde. Von den Windstillen,

den Stürmen, Orkanen, Typhons, der Wasserhose und Wolkenbrüchen, nach den Weltgegenden, worin sie herrschen, ihren Gesetzen und Ursachen erwogen. Die Winde in verschiedenen Erhöhungen von der Erde mit einander verglichen. Kurze Betrachtung einiger besondern Luftbegebenheiten.

Sechstes Hauptstück.

Von dem Zusammenhange der Witterung mit dem Erdstriche oder den Jahreszeiten in verschiedenen Ländern.

Worin der Winter in der heissen Zone bestehe. Warum nicht in allen Erdstrichen, die ebendasselbe Klima haben, der Winter oder Sommer zu gleicher Zeit und auf gleiche Art geschieht. Woher der heisse Erdstrich bewohnbar sei. Aufzählung der Länder, die unter einem Himmelsstriche liegen, und doch in Ansehung der Wärme und Kälte sehr unterschieden sind. Von der Kälte in dem südlichen Ocean und der Ursache derselben. Von den Gegenden der grössesten Hitze und Kälte auf dem Erdboden, den Graden und Wirkungen derselben. Von Ländern, darin es niemals, und andern, darin es fast beständig regnet.

Siebentes Hauptstück.

Geschichte der grossen Veränderungen, die die Erde ehedem erlitten hat.

a) Von den Veränderungen, die auf derselben noch fortdauern.

Wirkung der Flüsse in Veränderung der Gestalt der Erde aus den Exempeln des Nils, Amazonenstroms, Missisippi und anderer. Wirkungen des Regens und der Giessbäche. Ob das feste Land immer erniedrigt,

und das Meer nach und nach erhöhet werde. Von der Wirkung der Winde auf die Veränderung der Erdgestalt. Von der Veränderung derselben durch Erdbeben. Durch den Menschen. Bestätigung durch Beispiele. Von der fortdauernden Veränderung des festen Landes in Meer und des Meeres in festes Land. Beobachtungen hievon, und Meinungen von den Folgen derselben. Hypothese des Linné. Ob die Bewegungen der Erde, die tägliche sowohl als die jährliche, einer Veränderung unterworfen sind.

b) Denkmale der Veränderung der Erde in den ältesten Zeiten.

Alles feste Land ist ehedem der Boden des Meeres gewesen. Beweisthümer aus den in der Erde und auf hohen Bergen befindlichen Muschelschichten, versteinerten oder in Stein abgeformten Seethieren und Seepflanzen. Beweisthümer des Buffon aus der Gestalt der Gebirge. Dass die Veränderung des festen Landes in Meer und des Meeres in festes Land in langen Perioden oftmals auf einander gefolgt sei; aus den Stratis, welche Ueberbleibsel des Seegrundes enthalten und mit denen, so Producte des festen Landes in sich schliessen, abwechseln, bewiesen. Von unterirdischen Wäldern. Lage ihrer verschütteten Bäume. Woher in diesen Erdschichten mehrentheils von indianischen Thieren und Gewächsen Ueberbleibsel anzutreffen seien. Beurtheilung der sogenannten Spiele der Natur. Von den Steinen, welche eigentlich versteinerte Theile aus dem Thierreich sind.

c) Theorie der Erde, oder Gründe der alten Geschichte derselben.

Ob eine einzige allgemeine Ueberschwemmung, wie die Noachische, alle diese Veränderungen habe hervorbringen können. Allgemeine Betrachtung der Gestalt des festen Landes, der Richtung und des Abhanges der Gebirge, der Landesspitzen und Inseln, aus deren Analogie auf die Ursache ihres Ursprungs und

ihrer Veränderungen geschlossen wird. Folgerung aus der Beschaffenheit der Erdschichten und dem, was sie in sich enthalten. Ob die Achse der Erde sich seit ehedem verändert habe. Beurtheilung der Hypothesen des Woodward, Burnet, Whiston, Leibnitz, Buffon u. a. m. Resultat aus den verglichenen Beurtheilungen.

Achtes Hauptstück.

Von der Schifffahrt.

Von den Rhombis, der Loxodromie, der Schiffsrose, der Schätzung des Weges und Correction derselben. Von Erfindung der Länge und Breite. Prüfung des Grundes. Andere Merkwürdigkeiten bei der Seefahrt. Von den merkwürdigsten Seereisen alter und neuer Zeit. Von der Vermuthung neuer Länder, und den Bemühungen, sie zu entdecken.

II. Der physischen Geographie besonderer Theil.

1) Das Thierreich, darin der Mensch nach dem Unterschiede seiner natürlichen Bildung und Farbe in verschiedenen Gegenden der Erde auf eine vergleichende Art betrachtet wird; zweitens, die merkwürdigsten Thiere, sowohl die auf dem Lande als in der Luft und auch im Wasser sich aufhalten, die Amphibien und merkwürdigsten Insecten, nach der Geschichte ihrer Natur erwogen werden.

2) Das Pflanzenreich, davon alle diejenigen Gewächse der Erde, die die Aufmerksamkeit entweder durch ihre Seltsamkeit oder besondern Nutzen vornehmlich auf sich ziehen, erklärt werden.

3) Das Mineralreich, dessen angenehmste und auf den menschlichen Nutzen oder Vergnügen am meisten einfliessende Merkwürdigkeiten auf eine historische und philosophische Art durchgegangen werden.

Ich trage dieses zuerst in der natürlichen Ordnung der Klassen vor und gehe zuletzt in geographischer Lehrart alle Länder der Erde durch, um die Neigungen

der Menschen, die aus dem Himmelsstriche, darin sie leben, herfliessen, die Mannichfaltigkeit ihrer Vorurtheile und Denkungsart, insofern dieses Alles dazu dienen kann, den Menschen näher mit sich selbst bekannt zu machen, einen kurzen Begriff ihrer Künste, Handlung und Wissenschaft, eine Erzählung der oben schon erklärten Landesproducte an ihren gehörigen Orten, die Luftbeschaffenheit u. s. w., mit einem Worte, Alles, was zur physischen Erdbetrachtung gehört, darzulegen.

Alles wird in schriftlichen summarischen Aufsätzen, welche zur leichteren Wiederholung dieser ohnedem durch ihre Annehmlichkeit die Aufmerksamkeit genug unterhaltenden Wissenschaft dienen sollen, zusammengefasst werden.

Wenn man die Ursache der Naturbegebenheiten, die von der Himmelsgegend und Beschaffenheit der Erdstriche abhangen, einsehen will, so läuft man oft Gefahr, sein System durch eine nicht vorhergesehene Instanz über den Haufen fallen zu sehen, wenn man nicht vorher verglichene Erscheinungen und Beobachtungen anderer Länder zu Rathe gezogen hat. Es fällt Jedermann leicht ein, die nasse Witterung, die uns die Westwinde zuziehen, der Lage unseres Landes zuzuschreiben, welchem ein grosses Meer gegen Abend liegt. Allein diese so leicht, so natürlich scheinende Erklärung wird durch Vergleichung mit der Witterung anderer Länder sehr zweifelhaft gemacht, wo nicht gänzlich aufgehoben. Musschenbroeck, der sonst ebenderselben Meinung zugethan ist, wird dennoch darin ein wenig ungewiss, wenn er erwägt, dass der Nordwind in den Niederlanden ein trockener Wind sei, ob er gleich über das grosse deutsche Meer und selbst über den nordischen Ocean streicht. Er schreibt seine Trockenheit der Kälte desselben zu. Allein wenn im Sommer die Sonne diesen Ocean hinlänglich erwärmt, so fällt dieser Vorwand weg, und der Wind bleibt demungeachtet trocken. Man findet aber in der physischen Geographie noch stärkere Gründe wider die gemeine Meinung.

In dem ganzen indischen Ocean, vom Archipelagus

der Philippinen an bis in das arabische Meer, herrschen das Jahr hindurch zwei Wechselwinde: der Nordostwind vom October bis in den Mai, und der Südwestwind vom Mai bis in den October. Der erste führt eine heitere Luft mit sich, und der letzte ist die Ursache der Regenmonate in diesen Ländern; obgleich einer sowohl als der andere über grosse Meere streicht. Bei den Philippinischen Inseln, in Mindanao und den übrigen, wird dieses noch sichtbarer. Der östliche Mousson kommt über das fast grenzenlose stille Meer her und bringt dennoch heiter Wetter zuwege. Dagegen der westliche Wechselwind, der über Gegenden streicht, die mit Inseln und Landesspitzen besäet sind, die Regenzeit mit sich führt. Kolbe führt an, dass auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, sowohl auf der westlichen als östlichen dazu gehörigen Gegend, die Ostwinde das trockene Wetter, die Westwinde aber die nasse Jahreszeit zuwegebringen, obgleich nicht abzusehen ist, warum der Westwind lediglich feucht sein sollte, da gegen Osten ein ebenso weites Meer als gegen Westen liegt. In dem mexikanischen Meerbusen an der Landenge von Panama, in Carthagena und anderwärts wechseln, sowie im indischen Meere, die Nordost- und Westsüdwestwinde die zwei Jahreshälften hindurch. Die ersten, welche man Brisen nennt, sind trocken und machen eine heitere Luft. Die letzten, welche man Vendavalen nennt, sind feucht, und mit ihnen kommt die Regenzeit. Nun kommen aber die Nordostwinde über den grossen atlantischen Ocean und sind nichtsdestoweniger trocken. Die Westsüdwestwinde aber können von keinem grossen Striche des stillen Meeres herkommen, weil in einer mittelmässigen Entfernung vom festen Lande beständige Ostwinde diese See beherrschen. Auf der Fahrt, die die manillische Gallion von Acapulco nach Manilla anstellt, und da sie, um den Ostwind zu geniessen, sich nicht weit vom Aequator entfernt, findet sich fast beständig heiteres Wetter. Allein bei der Reise von Manilla nach Acapulco, da sie auf eine gewisse Höhe über den nördlichen Wendezirkel steuert, fährt sie mit Hülfe der daselbst herrschenden Westwinde nach Amerika, und ist so gewiss, daselbst öftere

Regen anzutreffen, dass sie sich auf diese lange Fahrt nicht einmal mit Wasser versorgt, und Alle verloren sein würden, wenn sie ausbleiben sollten. Nun sage man mir, wenn man die gemeine Meinung behauptet, eine begreifliche Ursache, warum der Ostwind, der auf dem stillen Meere und zwar in der wärmsten Gegend streicht, allein trocken, der Westwind aber, der über denselben Ocean weht, feucht und regenhaft sein müsse.

Mich dünkt, dieses sei mehr als ausreichend, den Gedanken zum wenigsten zweifelhaft zu machen: dass bei uns die Westwinde ihre Feuchtigkeit von dem gegen Westen gelegenen Meere entlehnen. Es scheint vielmehr, dass die Westwinde in allen Gegenden der Erde eine Ursache der feuchten Witterung abgeben, ob ich gleich nicht in Abrede sein will, dass die Beschaffenheit der Gegenden, darüber sie streichen, öfters diese Eigenschaft verringern könne; so wie in dem südlichen Theile von Persien geschieht, da die Südwestwinde, welche über die verbrannten Gegenden von Arabien ziehen, dürre und heisse Luft mit sich führen. Die Enge des Raums hindert mich, die Ursache von dieser Eigenschaft der Westwinde zu erklären. Sollten nicht dieselben, da sie dem allgemeinen und natürlichen Zuge der Luft von Morgen gegen Abend, der in dem vierten Kapitel der physischen Geographie erklärt wird, entgegen streichen, eben um deswillen die Dünste zusammentreiben und verdicken, womit die Luft jederzeit erfüllt ist? zum wenigsten, wenn man die Luft als ein Auflösungsmittel (*menstruum*) der Feuchtigkeit auf der Erde ansieht, so ist es nicht genug, sie mit dieser bis zur Sättigung angefüllt anzunehmen, wenn man erklären will, warum sie dieselbe fallen lasse, d. i. warum es regne, sondern man muss eine Ursache anzeigen, die sie niederschlägt (präcipitirt), das ist, die die Luft nöthigt, sie aus ihren Zwischenräumen fahren zu lassen, damit die Dünste sich vereinigen und herabfallen können. [2])

XIII.

M. IMMANUEL KANT'S

neuer Lehrbegriff

der

Bewegung und Ruhe

und

der damit verknüpften Folgerungen

in den ersten Gründen der Naturwissenschaft,

wodurch zugleich seine Vorlesungen in diesem halben

Jahre angekündigt werden.[1])

Den 1. April 1758.

Wenn in einer philosophischen Frage das einstimmige Urtheil der Weltweisen ein Wall wäre, über welchen zu schreiten es für ein gleich sträfliches Verbrechen mit demjenigen, welches Remus beging, müsste gehalten werden, so würde ich mir den Vorwitz wohl vergehen lassen, meinen Einfällen wieder das entscheidende Gutachten des ehrwürdigen grossen Haufens diejenige Freiheit zu erlauben, die dureh nichts weiter als durch die gesunde Vernunft gerechtfertigt ist. Ich würde, wenn es mir einfiele, ein Gesetz zu bestreiten, welches nach dem Rechte des Herkommens einen unangefochtenen Besitz in den Lehrbüchern der Weltweisen schon seit Jahrhunderten her behauptet hat, mich selbst bald bescheiden, dass ich entweder hätte eher kommen oder damit zurückbleiben sollen. Nun ich aber eine grosse Menge solcher unternehmenden Köpfe um mich erblicke, die mit dem Gesetze des Ansehens nichts wollen zu schaffen haben, und gegen die man doch so viel Nachsicht hat, ihre Meinungen wohl gar zu prüfen und ihnen nachzudenken, so wage ich es auf ein gleich günstiges Schicksal, mich unter sie zu mengen, und die Begriffe der Bewegung und der Ruhe, imgleichen der mit der letztern verbundenen Trägheitskraft zu untersuchen und zu verwerfen; ob ich gleich weiss, dass diejenigen Herren, welche gewohnt sind, alle Gedanken als Spreu wegzuwerfen, die nicht auf die Zwangmühle des Wolf'schen oder eines andern berühmten Lehrgebäudes aufgeschüttet worden, bei dem ersten Anblick die Mühe der Prüfung für unnöthig und die ganze Betrachtung für unrichtig erklären werden.

Neue Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Ich wünsche, dass sich meine Leser auf einen Augenblick in diejenige Verfassung des Gemüthes versetzen könnten, welche Cartes für so unumgänglich nöthig zur Erlangung richtiger Einsichten hält, und worin ich mich jetzo befinde, nämlich so lange, als diese Betrachtung währt, aller erlernten Begriffe vergessen zu machen, und den Weg zur Wahrheit ohne einen andern Führer als die blosse gesunde Vernunft von selber anzutreten.

In dieser Stellung erkenne ich, dass die Bewegung die Veränderung des Orts sei. Ich begreife aber auch bald, dass der Ort eines Dinges durch die Lage, durch die Stellung oder durch die äussere Beziehung desselben gegen andere, die um mich sind, erkannt werde. Nun kann ich einen Körper in Beziehung auf gewisse äussere Gegenstände, die ihn zunächst umgeben, betrachten, und dann werde ich, wenn er diese Beziehung nicht ändert, sagen, er ruhe. Sobald ich ihn aber in Verhältniss auf eine Sphäre von weiterem Umfange ansehe, so ist es möglich, dass eben der Körper zusammt seinen nahen Gegenständen seine Stellung in Ansehung jener ändert, und ich werde ihm aus diesem Gesichtspunkte eine Bewegung mittheilen. Nun steht's mir frei, meinen Gesichtskreis so sehr zu erweitern, als ich will, und meinen Körper in Beziehung auf immer entferntere Umkreise zu betrachten, und ich begreife, dass mein Urtheil von der Bewegung und Ruhe dieses Körpers niemals beständig sei, sondern sich bei neuen Aussichten immer verändern könne. Setzet z. E., ich befinde mich in einem Schiffe, welches

auf dem Pregel an der Rhede liegt. Ich habe eine Kugel vor mir auf dem Tische liegen; ich betrachte sie in Ansehung des Tisches, der Wände und anderer Theile des Schiffs, und sage, sie ruhe. Bald darauf sehe ich aus dem Schiffe nach dem Ufer hin und merke, dass das Tau, womit es befestigt war, aufgeknüpft sei und das Schiff langsam den Strom herabtreibe; ich sage alsbald, die Kugel bewegt sich, und zwar von Morgen gegen Abend nach der Richtung des Flusses. Jemand sagt mir aber, die Erde drehe sich in der täglichen Bewegung mit viel grösserer Geschwindigkeit von Abend gegen Morgen; alsbald werde ich anderes Sinnes und lege der Kugel eine ganz entgegengesetzte Bewegung bei, mit einer Geschwindigkeit, die aus der Sternenwissenschaft leicht bestimmt wird. Aber man erinnert mich, dass die ganze Kugel der Erde in Ansehung des Planetengebäudes von Abend gegen Morgen in einer noch schnelleren Bewegung sei. Ich bin genöthigt, dieselbe meiner Kugel beizulegen, und ändere die Geschwindigkeit, die ich ihr vorher gab. Zuletzt lehrt mich Bradley, dass das ganze Planetengebäude zusammt der Sonne wahrscheinlicher Weise eine Verrückung in Ansehung des Fixsternenhimmels erleide. Ich frage, nach welcher Seite und mit welcher Geschwindigkeit? Man antwortet mir nicht. Und nun werde ich schwindlicht, ich weiss nicht mehr, ob meine Kugel ruhe oder sich bewege, wohin und mit welcher Geschwindigkeit. Jetzt fange ich an einzusehen, dass mir in dem Ausdrucke der Bewegung und Ruhe etwas fehlt. Ich soll ihn niemals in absolutem Verstande brauchen, sondern immer respective. Ich soll niemals sagen: ein Körper ruht, ohne dazuzusetzen, in Ansehung welcher Dinge er ruhe, und niemals sprechen: er bewege sich, ohne zugleich die Gegenstände zu nennen, in Ansehung deren er seine Beziehung ändert. Wenn ich mir auch gleich einen mathematischen Raum leer von allen Geschöpfen als ein Behältniss der Körper einbilden wollte, so würde mir dieses doch nichts helfen. Denn wodurch soll ich die Theile desselben und die verschiedenen Plätze unterscheiden, die von nichts Körperlichem eingenommen sind?

Nun nehme ich zwei Körper an, deren der eine B in Ansehung aller mir zunächst bekannten Gegenstände ruht, der andere A aber gegen ihn mit einer bestimmten Geschwindigkeit anrückt. Die Kugel B mag nun in einer noch so unveränderten Beziehung gegen andere äussere Gegenstände beharren, so ist sie darin doch nicht, wenn man sie in Ansehung der bewegten Kugel A betrachtet. Denn ihre Beziehung ist gegenseitig, die Veränderung derselben also auch. Die Kugel B, welche in Ansehung gewisser Objecte ruhend genannt wird, nimmt an der Veränderung der gegenseitigen Relationen mit der Kugel A gleichen Antheil; sie kommen beide einander näher. Warum soll ich denn trotz allem Eigensinn der Sprache nicht sagen: die Kugel B, die zwar in Ansehung anderer äusserlichen Gegenstände in Ruhe ist, befindet sich doch in Ansehung der bewegten Kugel A in gleimässiger Bewegung?

Ihr werdet mir zugestehen, dass, wenn von der Wirkung, die die beiden Körper im Zusammenstosse gegen einander ausüben, die Rede ist, die Beziehung auf andere äussere Dinge hiebei nichts zu schaffen habe. Wenn man also die Veränderung, die hier vorgeht, blos in Ansehung der beiden Körper A und B betrachten muss, und man zieht seine Gedanken von allen äusseren Gegenständen ab, so sage man mir: ob man aus dem, was zwischen beiden vorgeht, abnehmen könne, dass einer von beiden ruhe und blos der andere sich bewege, und welcher von ihnen ruhe oder sich bewege? Wird man die Bewegung nicht beiden und zwar beiden in gleichem Maasse beilegen müssen? Die Annäherung derselben gegen einander kommt einem so gut als dem andern zu. Setzet, dass eine Kugel A von 3 Pfund Masse sich gegen eine andere B von 2 Pfund, welche in Ansehung des umgebenden Raumes ruht, bewege; der Raum von 5 Fuss, der zwischen beiden war, wird in einer Secunde zurückgelegt. Und wann ich also blos auf die Veränderung, die zwischen beiden Körpern vorgeht, sehe, so kann ich nichts weiter sagen, als 3 Pfund Masse und 2 Pfund Masse kommen einander in einer Secunde um 5 Fuss näher.

Da ich nun nicht die geringste Ursache habe, dem einen von diesen Körpern vor dem andern einen grösseren Antheil an dieser Veränderung beizulegen, so werde ich, um auf beiden Seiten eine vollkommene Gleichheit zu erhalten, die Geschwindigkeit von 5 Fuss in einer Secunde in umgekehrter Verhältniss der Massen vertheilen müssen, d. i. der Körper von 3 Pfund wird 2 Grade Geschwindigkeit, der von 2 Pfund aber 3 Grade zu seinem Antheile bekommen, und mit diesen Kräften werden sie wirklich bei dem Stosse in einander wirken. Unerachtet aller Ruhe also, darin der Körper B in Ansehung der andern nächsten Gegenstände des Raumes sein mag, hat er dennoch eine wahrhafte Bewegung in Ansehung eines jeden Körpers, der gegen ihn anrückt, und zwar eine Bewegung, die jenes seiner gleich ist; so dass beider Bewegungen Summe derjenigen gleich ist, die in dem Körper A allein gedacht werden muss, wenn man sich B als in absoluter Ruhe vorstellt.

Wollte man sich diesem ungeachtet den Eigensinn der Sprache anfechten lassen, so gebe ich auf zu bedenken, ob man auch wohl bei einerlei Reden bleiben werde. Wenn eine 12pfündige Kanonenkugel in der Gegend von Paris vom Morgen gegen Abend wider eine Mauer geschossen wird, so sagt selbst der Philosoph, sie bewege sich mit 600 Fuss in einer Secunde Geschwindigkeit, ob er gleich zugesteht, dass, weil die Erde in dieser Breite beinahe eben die Bewegung von Abend gegen Morgen hat, die Kraft des Pulvers eigentlich nichts Anderes gethan hat, als nur diese Bewegung der Kugel aufzuheben; gleichwohl, und ohne sich durch die tägliche oder jährliche Bewegung der Erde irren zu lassen, gesteht man heimlich, dass die Verhältnisse, die die Kugel und die Mauer in Ansehung des nahe oder weit umher umgebenen Raumes haben, hier nichts zur Sache thun, sondern es blos auf die Beziehung ankomme, die diese zwei Körper gegen einander haben. Bei solchem Geständnisse aber, welchem von beiden wollte man respective auf den andern die Ruhe beilegen? da das Phänomenon der Veränderung nichts Anderes zu erkennen geibt, als dass beide einander genährt werden, wenn man nicht vielmehr zugiebt, dass beide sich gegen einander bewegen,

die Kugel gegen die Mauer und die Mauer gegen die Kugel, und zwar eine mit so viel Kraft als die andere.

Man sehe nämlich den Raum, der zwischen beiden Körpern zurückgelegt wird, dividirt durch die Zeit, als die Summe der beiderseitigen Geschwindigkeiten an; man spreche: wie sich verhält die Summe der Massen A und B zu der Masse des Körpers A, so verhält sich die gegebene Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des Körpers B, welche, wenn man sie von der gedachten Totalgeschwindigkeit abzieht, die Geschwindigkeit von A übrig lässt. Alsdenn wird man die ganze vorgegangene Veränderung unter beide Körper gleich vertheilt haben, und mit diesen gleichen Kräften werden sie einander auch im Stosse treffen. Ich ziehe hieraus zu meinem Zwecke nur folgende 2 Corollarien:

1) Ein jeder Körper, in Ansehung dessen sich ein anderer bewegt, ist auch selber in Ansehung jenes in Bewegung, und es ist also unmöglich, dass ein Körper gegen einen andern anlaufen sollte, der in absoluter Ruhe ist.

2) Wirkung und Gegenwirkung ist in dem Stosse der Körper immer gleich.

Von der Trägheitskraft.

Es würde vielleicht niemals einem Menschen eingefallen sein, vorzugeben: dass ein Körper, der, so lange ein gegen ihn anlaufender Körper ihn noch nicht berührt, völlig ruhig, oder wenn man es so will, im Gleichgewichte der Kraft ist, dennoch im Augenblicke des Stosses plötzlich eine Bewegung gegen den stossenden von selber annehmen, oder sich in ein Uebergewicht versetzen sollte, um in ihm eine entgegengesetzte Kraft aufzuheben, wenn nicht aus der Erfahrung erhellte, dass in einem Zustande, den ein Jeder für den Zustand der Ruhe hält, der Körper in einen jeglichen handelnden mit gleichem Grade entgegen wirkte. Nun ich aber bewiesen habe, dass, was man fälschlich für eine Ruhe in Ansehung des stossenden Körpers gehalten hat, in der That beziehungsweise auf ihn eine Bewegung sei, so leuchtet von selber

ein, dass diese Trägheitskraft ohne Noth erdacht sei, und bei jedem Stosse eine Bewegung eines Körpers gegen einen andern, mit gleichem Grade ihm entgegen bewegten angetroffen werde, welches die Gleicheit der Wirkung und Gegenwirkung, ohne eine besondere Art der Naturkraft erdenken zu dürfen, ganz leicht und begreiflich erklärt. Gleichwohl dient diese angenommene Kraft ungemein geschickt dazu, alle Bewegungsgesetze sehr richtig und leicht daraus herzuleiten. Aber hiezu dient sie nur ebenso, wie die Newton'sche Anziehungskraft aller Materie zur Erklärung der grossen Bewegungen des Weltbaues, nämlich nur als das Gesetz einer durch die Erfahrung erkannten allgemeinen Erscheinung, wovon man die Ursache nicht weiss, und welche folglich man sich nicht übereilen muss, sogleich auf eine dahin zielende innere Naturkraft zu schieben.

Ich kann, ohne etwas von dem Rechte meines Lehrgebäudes zu vergeben, in diesem Verstande ganz wohl zugestehen, dass alle Körper in Ansehung der gegen sie bewegten eine Trägheitskraft haben, d. i. eine Kraft, der Handlung in gleichem Grade entgegen zu wirken, denn dieses ist nichts als ein Erfahrungsgesetz; allein sie scheinen nur sie in völliger Ruhe als eine innere Kraft an sich zu haben, denn sie haben sie in der That blos darum, weil sie gegen den anlaufenden in wirklicher und gleicher Bewegung sind, und sie haben solche nimmer, insoferne sie sich respective auf ihn in Ruhe befinden.

Es kann auch nicht schwer fallen, die angenommenen Begriffe der Trägheitskraft aus andern Gründen zu widerlegen.

Denn 1) es mag ein Körper noch so viel Kräfte haben, wenn er in Ruhe ist, so müssen sie doch als, dann gewiss in ihm im Gleichgewichte sein. Wie soll es denn zugehen, dass, sobald der stossende Körper diesen ruhenden berührt, der letztere sich plötzlich selber in eine gegen die Seite des anlaufenden überwiegende Bewegung oder Bestrebung versetzen soll, um in ihm einen Theil seiner Kraft zu vertilgen? Denn würde seine innere Kraft selbst im Augenblicke

des Stoffes noch immer im Gleichgewicht sein, so würde sie dieser mit nichts Widerstand leisten. Und gesetzt auch, dass

2) diese plötzlich entstandene Bestrebung möglich wäre, so würde der leidende Körper selbst von dem Stosse keine Bewegung bekommen; denn der Stoss und die Gegenwirkung würden sich einander aufheben, und es würde daraus nichst mehr folgen, als dass beide Körper aufhörten, in einander zu wirken, nicht aber, dass der gestossene sich nach diesem bewegen sollte. Und ausser diesem, weil die Trägheitskraft eine natürliche Kraft ist, so müsste sie, wenngleich das Gleichgewicht durch den Stoss aufgehoben worden, sich doch den Augenblick darauf von selber wieder herstellen, d. i. der gestossene Körper müsste alsbald nach dem Stosse wieder ruhig sein.

Ich enthalte mich noch weit mehrerer Gründe, die ich wider den Begriff der Trägheitskraft in Bereitschaft habe, anzuführen. Ich würde ebensowohl die metaphysischen Beweise beleuchten können, die man davon vor sich findet. Allein ich habe hier nicht ein Buch, sondern einen Bogen zu schreiben, in dessen kleinen Inbegriff sich die fruchtbare Materie muss beschränken lassen.

Von dem Gesetze der Continuität, insoferne es von dem Begriffe der Trägheitskraft unzertrennlich ist.

Was die Vertheidiger des gemeinen Begriffes von der Bewegung am meisten in Verlegenheit setzen muss, ist diesses, dass sie nicht umhin können, sich ein anderes willkürliches Gesetz wider ihren Willen aufdringen zu lassen, wenn sie die Bewegungsgesetze nach ihrem Lehrbegriffe erklären wollen. Diese hülfleistende Hypothese ist das Gesetz der Continuität, wovon vielleicht die wenigsten Mechaniker bemerkt haben mögen, dass, so sehr sie auch selbigem entgegen sein wollen, sie es doch heimlich annehmen müssen, wenn sie den Stoss der Körper aus den angenom-

menen Begriffen der Bewegung erklären wollen. Ich verstehe aber hierunter nur das physische Gesetz der Continuität, welches sich niemals beweisen, aber wohl widerlegen lässt; denn was das im logischen Sinne* anlangt, so ist es eine sehr schöne und richtige Regel zum Urtheilen; sie thut aber zu gegenwärtigem Vorwurfe nichts. Im physischen Verstande würde sie nach Leibnitz's Meinung also lauten: ein Körper theilt dem andern keine Kraft auf einmal mit, sondern so, dass er durch alle unendlich kleine Zwischengrade von der Ruhe an bis zur bestimmten Geschwindigkeit in ihn seine Kraft überträgt. Nun vernehme man, wie alle Diejenigen, die die Gesetze des Sotsses nach den angenommenen Begriffen der Bewegung erklären wollen, dieser Leibnitz'schen Regel sich durchaus bedienen müssen. Warum bringt ein völlig harter Körper in einen andern gleichartigen und gleichen nicht seine ganze Kraft durch den Stoss, warum nur immer die Hälfte, wie dieses aus der Statik bekannt ist? Man sagt, es gesche, weil der stossende Körper so lange den in seinem Wege liegenden drückt und treibt, bis beide gleiche Geschwindigkeit, nämlich, wenn beide Massen gleich sind, bis jeglicher die Hälfte von der Geschwindigkeit des stossenden hat; denn alsdenn flieht der gestossene Körper alle fernere Handlung des stossenden. Allein setzt man hiebei nicht voraus, dass alle Wirkung des anlaufenden in den ruhenden nach und nach vermittelst einer Folge von unendlich

* Ich will, ohne die Formel dieser Regel hier hinzusetzen, nur einige Beispiele davon anführen. Was da überhaupt gilt, wenn ein Körper auf einem andern bewegten anstösst, das gilt auch, wenn er einen ruhenden trifft; denn die Ruhe ist als eine unendlich kleine Bewegung anzusehen. Wenn ein Kräftemaass von der wirklichen Bewegung überhaupt gilt, so muss es auch vom blossen Drucke gelten; denn der Druck kann als wirkliche Bewegung durch einen unendlich kleinen Raum angesehen werden. Ich behalte mir vor, diese logische Regel der Continuität ein andermal ausführlich zu erläutern und in ihr gehöriges Licht zu setzen.

vielen kleinen Momenten der Drückung geschehe? Denn wirkte jener mit seiner ganzen Kraft auf einmal, so würde er seine ganze Bewegung diesem ertheilen und selbst in Ruhe bleiben, welches wider das Gesetz des Stosses vollkommen harter Körper streitet. Der ruhende Körper liegt ja der ganzen Bewegung des stossenden im Wege; wenn dieser also mit seiner ganzen Kraft auf einmal wirken kann, so wird er es gewiss thun, und was von der ganzen Kraft gilt, das gilt auch von der Hälfte, dem Viertheil etc. derselben; also wird er mit gar keiner endlichen Kraft auf einmal wirken, sondern nur durch alle unendlich kleine Momente nach und nach, welches das Gesetz der Continuität besagt.

Da wir hieraus sehen, dass man das Gesetz der Continuität durchaus annehmen müsse, wenn man sich nicht des gemeinen Begriffes von der Bewegung und Ruhe entladen will, so will ich nur kürzlich zeigen, warum dennoch die berühmtesten Naturkündiger dasselbe nicht einmal als eine Hypothese wollen gelten lassen; denn für etwas Besseres kann man es nimmer ausgeben, weil man es nicht beweisen kann.

Wenn ich vorgebe, dass ein Körper in einen andern niemals mit einem Grade Kraft auf einmal wirken könne, ohne alle mögliche kleine Zwischengrade vorhero durchzugehen, so, sage ich, werde er in ihn gar nicht wirken können. Denn es mag noch so ein unendlich kleines Moment sein, womit er in einem Augenblicke wirkt, und welches sich in einem bestimmten Zeittheilchen zu einer gegebenen Geschwindigkeit häuft, so ist dieses Moment immer eine plötzliche Wirkung, die nach dem Gesetze der Continuität erstlich hätte durch alle unendliche Grade der geringeren Momente durchgehen sollen und auch können; denn es lässt sich immer von einem gegebenen Moment ein anderes kleineres denken, aus dessen Summirung jenes erwachsen ist. Z. E. das Moment der Schwere ist gewiss unendlich kleiner als das Moment der Handlung bei dem Stosse der Körper, weil diese in einer ganz unmerklichen Zeit grosse Grade Geschwindigkeit zuwege bringen kann, welche die Schwere in weit längerer

nur erzeugen könnte. Also ist selbst das Moment der Wirkung beim Stosse plötzlich und dem Gesetze der Continuität zuwider. Man darf auch nicht vorwenden, es gebe gar keine vollkommen harten Körper in der Natur. Denn es ist hier genug, sie nur zu gedenken und die Bewegungsgesetze derselben zu bestimmen, weil nur vermittelst derselben diejenigen, nach welchen biegsame Körper einander stossen, gefunden werden können. Und überdem hat doch ein jeglicher weicher Körper einen gewissen Grad des Zusammenhanges, mit welchem er in Ansehung des ihm gleichen oder kleineren Moments in der Kraft des stossenden als ein harter Körper kann angesehen werden; und wenn nur in Ansehung dieses eine plötzliche Wirkung möglich ist, so wird sie auch in Ansehung grösserer Grade stattfinden können.

Schlüssel zur Erläuterung der Gesetze des Stosses nach dem neuen Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Was in dem Stosse zwischen beiden gegenseitig wirkenden Körpern vorgeht, ist nach unserem Lehrbegriffe aus dem Vorigen schon klar. Es besteht nämlich blos darin: dass Wirkung und Gegenwirkung beiderseitig gleich sind, und dass beide Körper nach dem Stosse beziehungsweise auf einander ruhen, wenn sie einander nämlich geradezu getroffen haben und man von aller Federkraft abstrahirt. Allein unter der Benennung von Bewegungsgesetzen versteht man nicht blos die Regeln der Beziehung, die die stossenden Körper einer in Ansehung des andern bekommen, sondern vornehmlich auch die Veränderung ihres äusseren Zustandes in Absicht auf den Raum, darin sie sich befinden. Dieses ist, eigentlich zu reden, nur das äussere Phänomenon dessen, was unmittelbar zwischen ihnen vorgegangen ist; und dieses verlangt man zu wissen.

Zu dem Ende nehme man erstlich zwei Körper A

und B, den ersteren von 3 Pfund Masse, den zweiten von 2 Pfund, und diesen letztern in Ansehung des Raums, darin er sich befindet, als ruhend, den erstern aber in Absicht auf diesen Raum als bewegt mit einer Geschwindigkeit von 5 Graden an in einem geraden Anlaufe auf den Körper B. Weil man nun dem Körper B nach unsern Sätzen beziehungsweise auf A eine Geschwindigkeit von 3 Graden, dem A aber gegen B von 2 Graden beilegen muss, so werden durch den Stoss diese zwei gleichen Kräfte einander aufheben, und beide werden gegen einander respective ruhen. Weil aber B, welches beziehungsweise auf die anderen Gegenstände ruhte, diesem zufolge eine respective Bewegung von 2 Graden auf A hat, so wird eben diese auch dem umgebenden Raume parallel und in gleicher Geschwindigkeit mit dem Körper B müssen zuerkannt werden. Nun hebt der Stoss von A diese Bewegung von 2 Graden in B auf, nicht aber in dem umgebenden Raume. als in welchem nicht gewirkt wird; also wird dieser fortfahren, sich nach der vorigen Richtung des Körpers B zu bewegen, oder welches einerlei ist, der Körper B wird in entgegengesetzter Richtung, nämlich in der Richtung des stossenden A, mit 2 Graden Geschwindigkeit, in Ansehung des umgebenden Raumes, nach dem Stosse fortrücken, mithin auch der Körper A in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, weil er in Ansehung B ruht. Also werden beide Körper nach dem Stosse mit 2 Graden Geschwindigkeit fortlaufen. Man sieht hieraus, dass eine in einem Körper aufgehobene Geschwindigkeit, welche nur respective auf den anlaufenden Körper in dem gestossenen gesetzt worden, und die er nicht in Ansehung des Raumes hatte, in ihm eigentlich einen gleichen Grad der Bewegung in Absicht auf den Raum in der Richtung des Stosses hervorbringt.

Wenn zwei Körper A und B von den Massen, wie vorher, A aber mit drei Graden und B mit 2 in entgegengesetzter Richtung gegen einander anlaufen, so müssen, wenn man nur die gegenseitige Verhältniss der Bewegung dieser Körper gegen einander betrachtet, die Geschwindigkeiten 3 und 2 summirt werden, und nach

dem Obigen diese Summe unter sie in umgekehrter Verhältniss der Massen vertheilt werden, so dass A 2 Grade Geschwindigkeit, B aber 3 bekommt, womit sie sich folglich durch die Gleichheit der entgengesetzten Kräfte in respective Ruhe gegen einander versetzten. Weil nun durch die respective Bewegung der beiden Körper gegen einander in B eine Geschwindigkeit 3 gesetzt wurde, die B beziehungsweise auf den äussern Raum nicht gänzlich, sondern nur davon 2 Grade hat, so wird nach dem kurz zuvor Angemerkten die Aufhebung einer Geschwindigkeit, die in dem Körper nicht in Ansehung des Raumes anzutreffen war, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung in Ansehung ebendesselben Raumes festsetzen, d. i. B wird mit einem Grade Geschwindigkeit, und A gleichfalls mit diesem Grade, weil er respective auf B ruht, in der Richtung, darin A den Stoss that, fortbewegt werden.

Es wäre leicht, die Gesetze der Bewegung bei dem Stosse der Körper, die mit ungleicher Geschwindigkeit nach einerlei Richtung fortlaufnn, imgleichen die Regeln des Stosses elastischer Körper aus den zum Grunde gelegten Begriffen herzuleiten. Es wäre auch noch nöthig, das Vorgetragene durch mehrere Erläuterungen in ein grösseres Licht zu setzen. Dieses Alles könnte geschehen, wenn in einer so reichen Materie, und bei so engen Grenzen des Raumes es möglich wäre, vollständig in dem Inhalte und doch auch wortreich im Ausdrucke zu sein.

Der Entwurf von meinen Vorlesungen in dem gegenwärtigen halben Jahre ist folgender. Ich werde die Vernunftlehre über den Auszug des Meier vortragen. Die Metaphysik gedenke ich jetzo nach dem Handbuche des Baumeister zu erklären. In einer Mittwochs- und Sonnabendsstunde werde ich die in den vorigen Tagen abgehandelten Sätze polemisch betrachten, welches meiner Meinung nach eines der vorzüglichsten Mittel ist, zu gründlichen Einsichten zu gelangen. Die Mathematik wird über Wolf's Auszug

angefangen werden. Wenn einige Herren zu einem Collegio der Naturwissenschaft über Eberhard's Handbuch Belieben haben, so werde ich ihrem Verlangen ein Genüge zu leisten suchen. Ich habe in dem verwichenen halben Jahre die physische Geographie nach meinen eigenen Aufsätzen vorgelesen, und gedenke diese nützliche und angenehme Wissenschaft aufs Neue mit verschiedenen Erweiterungen vorzutragen.[2])

XIV

Recension

der Schrift von Moscati

über den Unterschied

der Structur der Menschen und Thiere. [1])

1771.

Von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Structur der Thiere und Menschen. Eine akademische Rede, gehalten auf dem anatomischen Theater zu Pavia von Dr. Peter Moscati, Prof. der Anat. Aus dem Italienischen übersetzt von Johann Beckmann, Prof. in Göttingen. (Göttingen, 1771.)

Da haben wir wiederum den natürlichen Menschen auf allen Vieren, worauf ihn ein scharfsinniger Zergliederer zurückbringt, da es dem einsehenden Rousseau hiemit als Philosophen nicht hat gelingen wollen. Der Dr. Moscati beweiset, dass der aufrechte Gang des Menschen gezwungen und widernatürlich sei; dass er zwar so gebauet sei, um in dieser Stellung sich erhalten und bewegen zu können, dass aber, wenn er sich solches zur Nothwendigkeit und beständigen Gewohnheit macht, ihm Ungemächlichkeiten und Krankheiten daraus entspringen, die genugsam beweisen, er sei durch Vernunft und Nachahmung verleitet worden, von der ersten thierischen Einrichtung abzuweichen. Der Mensch ist in seinem Inwendigen nicht anders gebauet als alle Thiere, die auf vier Füssen stehen. Wenn er sich nun aufrichtet, so bekommen seine Eingeweide, besonders die Leibesfrucht der schwangeren Personen, eine herabhängende Lage und eine halbumgekehrte Stellung, die, wenn sie mit der liegenden oder auf Vieren gestellten oft abwechselt, nicht eben sonderlich üble Folgen erzeugen kann, aber dadurch, dass sie beständig fortgesetzt wird, Missgestaltungen und eine Menge Krankheiten verursacht. So verlängert z. E. das Herz, da es ge-

nöthigt wird, zu hängen, die Blutgefässe, an die es geknüpft ist, nimmt eine schiefe Lage an, indem es sich auf das Zwerchfell stützt und mit seiner Spitze gegen die linke Seite glitschet, eine Lage, darin der Mensch, und zwar der erwachsene, sich von allen andern Thieren unterscheidet, und dadurch er zu Aneurismen, Herzklopfen, Engbrüstigkeit, Brustwassersucht u. s. w. einen unvermeidlichen Hang bekömmt. Bei dieser geraden Stellung des Menschen sinkt das Gekröse (*mesensterium*), von der Last der Eingeweide gezogen, senkrecht herunter, wird verlängert und geschwächt und zu einer Menge Brüche vorbereitet. In der Pfortader, die keine Klappen hat, wird sich das Blut dadurch, dass es in ihr wider die Richtung der Schwere steigen muss, langsamer und schwerer bewegen, als bei der wagrechten Lage des Rumpfes geschehen würde; woraus Hypochondrie, Hämorrhoiden u. s. w. entspringen; zu geschweigen, dass die Schwierigkeit, welche der Umlauf des Bluts, das durch die Blutadern der Beine bis zum Herzen gerade in die Höhe steigen muss, erleidet, Geschwülste, Aderkröpfe u. s. w. u. s. w. nicht selten nach sich zieht. Vornehmlich ist der Nachtheil aus dieser senkrechten Stellung bei Schwangeren sowohl in Ansehung der Frucht als auch der Mutter sehr sichtbar. Das Kind, das hiedurch auf den Kopf gestellt wird, empfängt das Blut in sehr ungleichem Verhältnisse, indem solches in weit grösserer Menge nach den oberen Theilen, den Kopf und die Arme getrieben wird, wodurch beide in ganz andere Verhältnisse ausgedehnt werden und wachsen, als bei allen übrigen Thieren. Aus dem ersten Zuflusse entspringen erbliche Neigungen zum Schwindel, zum Schlage, zu Kopfschmerzen und Wahnwitz; aus dem Zudrange des Bluts zu den Armen und Ableitung von den Beinen die merkwürdige und sonst bei keinem Thiere wahrgenommene Disproportion, dass die Arme der Frucht, über ihr geziemendes Verhältniss, länger und die Beine kürzer werden, welches sich zwar nach der Geburt durch die beständig senkrechte Stellung wiederum verbessert, aber doch beweiset, dass der Frucht vorher Gewalt geschehen sein müsse. Die

Schaden der zweifüssigen Mutter sind Hervorschiessung der Gebärmutter, unzeitige Geburten u. s. w., welche mit einer Iliade von andern Uebeln aus ihrer aufrechten Stellung entspringen, und wovon die vierfüssigen Geschöpfe frei sind. Man könnte diese Beweisgründe, dass unsere thierische Natur eigentlich vierfüssig sei, noch durch andere vermehren. Unter allen vierfüssigen Thieren ist nicht ein einziges, welches nicht schwimmen könnte, wenn es durch Zufälle ins Wasser geräth. Der Mensch allein ersäuft, wo er das Schwimmen nicht besonders gelernt hat. Die Ursache ist: weil er die Gewohnheit abgelegt hat, auf Vieren zu gehen; denn diese Bewegung ist es, durch die er sich auf dem Wasser ohne alle Kunst erhalten würde, und wodurch alle vierfüssigen Geschöpfe schwimmen, die sonst das Wasser verabscheuen. So paradox auch dieser Satz unsers italienischen Doctors scheinen mag, so erhält er doch in den Händen eines so scharfsinnigen und philosophischen Zergliederers beinahe eine völlige Gewissheit. Man siehet daraus, die erste Vorsorge der Natur sei gewesen, dass der Mensch, als ein Thier, für sich und seine Art erhalten werde, und hierzu war diejenige Stellung, welche seinem inwendigen Bau, der Lage der Frucht und der Erhaltung in Gefahren am gemässesten ist, die vierfüssige; dass in ihm aber auch ein Keim von Vernunft gelegt sei, wodurch er, wenn sich solcher entwickelt, für die Gesellschaft bestimmt ist, und vermittelst deren er für beständig die hiezu geschickteste Stellung, nämlich die zweifüssige, annimmt, wodurch er auf einer Seite unendlich viel über die Thiere gewinnt, aber auch mit Ungemächlichkeiten vorlieb nehmen muss, die ihm daraus entspringen, dass er sein Haupt über seine alten Kameraden so stolz erhoben hat.

XV.

Ueber die

Vulcane im Monde.[1]

1785.

Im Gentleman's Magazine, 1783, befindet sich gleich zu Anfang ein Sendschreiben des russischen Staatsraths Herrn Aepinus an Herrn Pallas über eine Nachricht, die Herr Magellan der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg mitgetheilt hat, betreffend einen vom Herrn Herschel am 4. Mai 1783 entdeckten Vulcan im Monde. Diese Neuigkeit interessirte Herrn Aepinus, wie er sagt, um desto mehr, weil sie seiner Meinung nach die Richtigkeit seiner Muthmassung über den vulcanischen Ursprung der Unebenheiten der Mondsfläche beweise, die er im Jahre 1778 gefasst und 1781 in Berlin durch den Druck bekannt gemacht hat;* und worin sich, wie er mit Vergnügen gesteht, drei Naturforscher einander ohne Mittheilung begegnet haben: er selbst, Herr Aepinus in Petersburg, Herr Professor Beccaria zu Turin und Herr Prof. Lichtenberg in Göttingen. Indessen da durch den Ritter Hamilton die Aufmerksamkeit auf vulkanische Kratere in allen Ländern so allgemein gerichtet worden, so sei jene Muthmassung mit einer überständig reifen Frucht zu vergleichen, die in die Hände des Ersten Besten fallen müssen, der zufällig den Baum anrührte. Um endlich, durch Ansprüche auf die Ehre der ersten Vermuthung, unter Zeitgenossen keinen Zwist zu erregen, führt er

* Von der Ungleichheit des Monds; im 2. Bande der Abhandlung der Gesellschaft naturforschender Freunde.

den berühmten Robert Hooke als den ersten Urheber derselben an, in dessen Mikrographie (gedruckt 1655) im 20. Kapitel er gerade die nämlichen Ideen angetroffen habe. Sic redit ad dominum —

Herrn Herschel's Entdeckung hat, als Bestätigung der zweideutigen Beobachtungen des Neffen des Herrn Beccaria und des Don Ulloa, allerdings einen grossen Werth, und führt auf Aehnlichkeiten des Mondes (wahrscheinlich auch anderer Weltkörper) mit unserer Erde, die sonst nur für gewagte Muthmassungen hätten gelten können. Allein die Muthmassung des Herrn Aepinus bestätigt sie (wie ich dafür halte) nicht. Es bleibt, ungeachtet aller Aehnlichkeit der ringförmigen Mondsflecken mit Krateren von Vulcanen, dennoch ein so erheblicher Unterschied zwischen beiden, und dagegen zeigt sich eine so treffende Aehnlichkeit derselben mit anderen kreisförmigen Zügen unvulcanischer Gebirge oder Landesrücken auf unserer Frde, dass eher eine andere, obzwar nur gewissermassen mit jener analogische Muthmassung über die Bildung der Weltkörper dadurch bestätigt sein möchte.

Die den Krateren ähnlichen ringförmigen Erhöhungen im Monde machen allerdings einen Ursprung durch Eruptionen wahrscheinlich. Wir finden aber auf unserer Erde zweierlei kreisförmige Erhöhungen, deren die einen durchgängig nur von so kleinem Umfange sind, dass sie, vom Monde aus beobachtet, durch gar kein Teleskop könnten unterschieden werden; und von diesen zeigen die Materien, woraus sie bestehen, ihren Ursprung aus vulcanischen Eruptionen. Andere dagegen befassen ganze Länder oder Provinzen von vielen hundert Quadratmeilen Inhalt, innerhalb eines mit höheren oder minder hohen Gebirgen besetzten und sich kreisförmig herumziehenden Landrückens. Diese würden allein vom Monde aus, und zwar von derselben Grösse, als wir jene kreisförmigen Flecken im Monde erblicken, gesehen werden können, wofern nur Aehnlichkeit ihrer Bekleidung (durch Wald oder andere Gewächse) die Unterscheidung derselben in so grosser Ferne nicht etwa verhinderte. Diese lassen also auch

Eruptionen vermuthen, durch die sie entstanden sein mögen, die aber nach dem Zeugniss der Materien, woraus sie bestehen, keineswegs vulcanische haben sein können. — Der Krater des Vesuvs hat in seinem obersten Umkreise (nach Della Torre) 5642 Pariser Fuss, und also etwa 500 Rheinländische Ruthen, und im Durchmesser beinahe 160 derselben; ein solcher aber könnte gewiss durch kein Teleskop im Monde erkannt werden.* Dagegen hat der kraterähnliche Flecken Tycho im Monde nah an dreissig deutsche Meilen im Durchmesser, und könnte mit dem Königreich Böhmen, der ihm nahe Flecken Klavius aber an Grösse mit dem Markgrafthum Mähren verglichen werden. Nun sind diese Länder auf der Erde eben auch kraterähnlich von Gebirgen eingefasst, von welchen ebenso, als von dem Tycho, sich Bergketten gleichsam im Sterne verbreiten. Wenn aber unsere durch Landrücken eingeschlossenen kraterförmigen Bassins (die insgesammt Sammlungsplätze der Gewässer für die Ströme abgeben, und womit das feste Land überall bedeckt ist) dem Monde den ähnlichen Anblick doch nicht verschaffen sollten, — wie es in der That auch nur von einigen zu vermuthen ist, würde dieses nur dem zufälligen Umstande zuzuschreiben sein, dass die Mondsatmosphäre (deren Wirklichkeit durch die Herschel'sche Entdeckung, weil

* Aber seine feurige Eruption selbst könnte in der Mondsnacht gleichwohl gesehen werden. In dem oben angeführten Briefe wird zu der Beobachtung des Neffen des Herrn Beccaria und des Don Ulloa die Anmerkung gemacht, dass beide Vulcane von entsetzlichem Umfange gewesen sein müssten, weil Herr Herschel den seinigen durch ein ohne Vergleich grösseres Teleskop nur so eben und zwar unter allen Mitzuschauern nur allein hat bemerken können. Allein bei selbstleuchtenden Materien kömmt es nicht so sehr auf den Umfang als die Reinigkeit des Feuers an, um deutlich gesehen zu werden; und von den Vulcanen ist es bekannt, dass ihre Flammen bisweilen helles, bisweilen im Rauche gedämpftes Licht um sich verbreiten. —

Feuer daselbst brennt, bewiesen ist) bei Weitem nicht so hoch reichen kann als die unsrige (wie die unmerkliche Strahlenbrechung am Rande dieses Trabanten es beweiset) mithin die Bergrücken des Mondes über die Grenze der Vegetation hinausreichen; bei uns hingegen die Bergrücken ihrem grössten Theile nach mit Gewächsen bedeckt sind und daher gegen die Fläche des eingeschlossenen Bassins freilich nicht sonderlich abstechen können.

Wir haben also auf der Erde zweierlei kraterähnliche Bildungen der Landesfläche: eine, die vulcanischen Ursprungs sind, und die 160 Ruthen im Durchmesser, mithin etwa 20000 Quadratruthen in der Fläche befassen; andere, die keinesweges vulcanischen Ursprungs sind und gegen 1000 Quadratmeilen, mithin wohl 200000-mal mehr in ihrem Flächeninhalte haben. Mit welcher wollen wir nun jene ringförmigen Erhöhungen auf dem Monde (deren keine beobachtete weniger als eine deutsche Meile, einige wohl dreissig im Durchmesser haben) vergleichen? — Ich denke: uach der Analogie zu urtheilen, nur mit den letzteren, welche nicht vulcanisch sind. Denn die Gestalt macht es nicht allein aus; der ungeheure Unterschied der Grösse muss auch in Anschlag gebracht werden. Alsdann aber hat Herrn Herschel's Beobachtung zwar die Idee von Vulcanen im Monde bestätigt, aber nur von solchen, deren Krater weder von ihm, noch von Jemand anders gesehen worden ist, noch gesehen werden kann; hingegen hat sie nicht die Meinung bestätigt, dass die sichtbaren ringförmigen Configurationen auf der Mondesfläche vulcanische Krater wären. Denn das sind sie (wenn man hier nach der Analogie mit ähnlichen grossen Bassins auf der Erde urtheilen soll) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht. Man müsste also nur sagen: da der Mond, in Ansehung der kraterähnlichen Bassins, mit denen, die auf der Erde die Sammlungsbecken der Gewässer für Ströme ausmachen, aber nicht vulcanisch sind, so viel Aehnlichkeit hat, so könne man vermuthen, dass er auch in Ansehung der auf der Erde befindlichen vulcanischen Krater ähnlich gebildet sei. Zwar können wir diese letztern im Monde nicht sehen;

aber es sind doch in der Mondsnacht selbstleuchtende Punkte, als Beweise eines Feuers auf demselben, wahrgenommen worden, die sich am besten aus dieser nach der Analogie zu vermuthenden Ursache erklären lassen.*

Diese kleine Zweideutigkeit in der Folgerung obgedachter Männer nun bei Seite gesetzt, — welcher Ursache kann man denn die auf der Erdfläche so durchgängig anzutreffenden nichtvulcanischen Krater, nämlich die Bassins zu Strömen, zuschreiben? Eruptionen müssen hier natürlicher Weisse zum Grunde gelegt werden; aber vulkanisch konnten sie nicht sein, weil die Gebirge, welche den Rand derselben ausmachen, keine Materien solcher Art enthalten, sondern aus einer wässerichten Mischung entstanden zu sein scheinen. Ich denke, dass, wenn man sich die Erde ursprünglich als ein im Wasser aufgelöstes Chaos vorstellt, die ersten Eruptionen, die allerwärts, selbst aus der grössten Tiefe, entspringen mussten, atmosphärisch (im eigentlichen Sinne des Worts) gewesen sein werden. Denn man kann sehr wohl annehmen, dass unser Luftmeer (Aërosphäre), das sich jetzt über der Erdfläche befindet, vorher mit den übrigen Materien der Erdmasse in einem Chaos vermischt gewesen; dass es, zusammt vielen andern elastischen Dünsten, aus der erhitzten Kugel gleichsam in grossen Blasen ausgebrochen; in dieser Ebullition (davon kein Thleil der Erdfläche frei war) die Materien, welche die ursprünglichen Gebirge ausmachen, kraterförmig ausgeworfen und dadurch die Grundlage zu allen Bassins der Ströme, womit, als den Maschen eines Netzes, das

* Beccaria hielt die aus den ringförmigen Mondserhöhungen strahlenweise laufenden Rücken für Lavaströme; aber der ganz ungeheure Unterschied derselben von denen, die aus den Vulcanen unserer Erde fliessen, in Ansehung ihrer Grösse, wiederlegt diese Meinung, und macht es wahrscheinlich, dass sie Bergketten sind, die, so wie die auf unserer Erde, aus einem Hauptstamm der Gebirge strahlenweise auslaufen.

ganze feste Land durchwirkt ist, gelegt habe. Jene Ränder, da sie aus Materie, die im Wasser erweicht war, bestanden, mussten ihr Auflösungswasser allmählich fahren lassen, welches beim Ablaufen die Einschnitte ausspülte, wodurch sich jene Ränder, die jetzt gebirgig und sägeförmig sind, von den vulcanischen, die einen fortgehenden Rücken vorstellen, unterscheiden. Diese uranfänglichen Gebirge bestehen nun, nachdem andere Materien, die nicht so geschwinde krystallisirten oder verhärteten, z. B. Hornstein und ursprünglicher Kalk, davon geschieden worden, aus Granit; auf welchen, da die Ebullition an demselben Orte immer schwächer, mithin niedriger ward, sich die letztern, als ausgewaschene Materien, in stufenartiger Ordnung, nach ihrer minderen Schwere oder Auflösungsfähigkeit im Wasser, niederliessen. Also war die erste bildende Ursache der Unebenheiten der Oberfläche eine atmosphärische Ebullition, die ich aber lieber chaotisch nennen möchte, um den ersten Anfang derselben zu bezeichnen.

Auf diese, muss man sich vorstellen, hat eine pelagische Alluvion nach und nach Materien, die grösstentheils Meergeschöpfe enthielten, geschichtet. Denn jene chaotischen Krater, wo deren eine Menge gleichsam gruppirt war, bildeten weit ausgebreitete Erhöhungen über andere Gegenden, woselbst die Ebullition nicht so heftig gewesen war. Aus jenen ward Land mit seinen Gebirgen, aus diesen Seegrund. Indem nun das überflüssige Krystallisationswasser aus jenen Bassins ihre Ränder durchwusch, und ein Bassin sein Wasser in das andere, alle aber zu dem niedrigen Theil der sich eben formenden Erdfläche (nämlich dem Meere) ablaufen liess, so bildete es die Pässe für die künftigen Ströme, welche man noch mit Verwunderung zwischen steilen Felswändee, denen sie jetzt nichts anhaben können, durchgehen und das Meer suchen sieht. Dieses wäre also die Gestalt des Skelets von der Erdoberfläche, sofern sie aus Granit besteht, der unter allen Flötzschichten fortgeht, welche die folgenden pelagischen Alluvionen auf jenen aufgesetzt haben. Aber eben darum musste die Gestalt der Länder, selbst

da, wo die neueren Schichten den in der Tiefe befindlichen alten Granit ganz bedecken, doch auch kraterförmig werden, weil ihr Grundlager so gebildet war. Daher kann man einer Karte (worauf keine Gebirge gezeichnet sind) die Landrücken ziehen, wenn man durch die Quellen der Ströme, die einem grossen Flusse zufallen, eine fortgehende Linie zeichnet, die jederzeit einen Kreis als Bassin des Stromes einschliessen wird.

Da das Becken des Meeres vermuthlich immer mehr vertieft wurde und alle aus obigen Bassins ablaufende Wasser nach sich zog, so wurden nun dadurch die Flussbetten und der ganze jetzige Bau des Landes erzeugt, der die Vereinigung der Wasser aus so vielen Bassins in einen Kanal möglich macht. Denn es ist nichts natürlicher, als dass das Bette, worin ein Strom jetzt das Wasser von grossen Ländern abführt, eben von demjenigen Wasser und dem Rückzuge desselben ausgespült worden, zu welchem es jetzt abfliesst, nämlich vom Meere und dessen uralten Alluvionen. Unter einem allgemeinen Ocean, wie Buffon will, und durch Seeströme im Grunde desselben, lässt sich eine Wegwaschung nach einer solchen Regel gar nicht denken, weil unter dem Wasser kein Abfluss nach der Abschüssigkeit des Bodens, die doch hier das Wesentlichste ausmacht, möglich ist.*

Die vulcanischen Eruptionen scheinen die spätesten gewesen zu sein, nämlich nachdem die Erde schon auf ihrer Oberfläche fest geworden war. Sie haben auch nicht das Land, mit seinem hydraulisch regelmässigen Bauwerk, zum Ablauf der Ströme,

* Der Lauf der Ströme scheint mir der eigentliche Schlüssel der Erdtheorie zu sein. Denn dazu wird erfordert: dass das Land erstlich durch Landrücken gleichsam in Teiche abgetheilt sei; zweitens, dass der Boden, auf welchem diese Teiche ihr Wasser einander mittheilen, um es endlich in einem Kanal abzuführen, von dem das Wasser selbst gebaut und geformt worden, welches sich nach und nach von höheren Bassins bis zum niedrigsten zurückzog, nämlich zum Meere.

sondern etwa nur einzelne Berge gebildet, die in Vergleichung mit dem Gebäude des ganzen festen Landes und seiner Gebirge nur eine Kleinigkeit sind.

Der Nutzen nun, den der Gedanke obgedachter berühmter Männer haben kann, und den die Herschel'sche Entdeckung, obzwar nur indirect, bestätigt, ist, in Ansehung der Kosmonogie von Erheblichkeit: dass nämlich die Weltkörper ziemlich auf ähnliche Art ihre erste Bildung empfangen haben. Sie waren insgesammt anfänglich in flüssigem Zustande; das beweiset ihre kugelrunde und, wo sie sich beobachten lässt, auch nach Maassgabe der Achsendrehung und der Schwere auf ihrer Oberfläche abgeplattete Gestalt. Ohne Wärme aber giebt's keine Flüssigkeit. Woher kam diese ursprüngliche Wärme? Sie mit Buffon von der Sonnengluth, wovon alle planetischen Kugeln nur abgestossene Brocken wären, abzuleiten, ist nur ein Behelf auf kurze Zeit; denn woher kam die Wärme der Sonne? Wenn man annimmt (welches aueh aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich ist), dass der Urstoff aller Weltkörper in dem ganzen weiten Raume, worin sie sich jetzt bewegen, anfangs dunstförmig verbreitet gewesen, und sich daraus nach Gesetzen, zuerst der chemischen hernach und vornehmlich der kosmologischen Attraction gegebildet haben, so geben Crawford's Entdeckungen einen Wink, mit der Bildung der Weltkörper zugleich die Erzeugung so grosser Grade der Hitze, als man selbst will, begreiflich zu machen. Denn wenn das Element der Wärme für sich im Weltraum allerwärts gleichförmig ausgebreitet ist, sich aber nur an verschiedene Materien in dem Maasse hängt, als sie es verschiedentlich anziehen; wenn, wie er beweist, dunstförmig ausgebreitete Materien weit mehr Elementarwärme in sich fassen und auch zu einer dunstförmigen Verbreitung bedürfen, als sie halten können, sobald sie in den Zustand dichter Massen übergehen d. i. sich zu Weltkugeln vereinigen, so müssen diese Kugeln ein Uebermass von Wärmmaterie über das natürliche Gleichgewicht mit der Wärmmaterie im Raum, worin sie sich befinden, enthalten; d. i. ihre relative Wärme

in Ansehung des Weltraums wird angewachsen sein. (So verliert vitriolsaure Luft, wenn sie das Eis berührt, auf einmal ihren dunstartigen Zustand, und dadurch vermehrt sich die Wärme in solchem Maasse, dass das Eis im Augenblick schmilzt.) Wie gross der Anwachs sein möge, darüber haben wir keine Eröffnung; doch scheint das Maass der Verdünnung, der Grad der nachmaligen Verdichtung, und die Kürze der Zeit derselben hier in Anschlag zu kommen. Da die letztere nun auf den Grad der Anziehung, die den zerstreuten Stoff vereinigte, diese aber auf die Quantität der Materie des sich bildenden Weltkörpers ankömmt, so musste die Grösse der Erhitzung der letzteren auch proportionirlich sein. Auf diese Weise würden wir einsehen, warum der Centralkörper (als die grösste Masse in jedem Weltsystem) auch die grösste Hitze haben und allerwärts eine Sonne sein könne; imgleichen mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass die höheren Planeten, weil sie theils meistens grösser sind, theils aus verdünnterem Stoffe gebildet worden als die niedrigeren, mehr innere Wärme als diese haben können, welche sie auch (da sie von der Sonne beinahe nur Licht genug zum Sehen bekommen) zu bedürfen scheinen. Auch würde uns die gebirgigte Bildung der Oberflächen der Weltkörper, auf welche unsere Beobachtung reicht, der Erde, des Mondes und der Venus, aus atmosphärischen Eruptionen ihrer ursprünglich erhitzten chaotisch-flüssigen Masse, als ein ziemlich allgemeines Gesetz erscheinen. Endlich würden die vulcanischen Eruptiouen aus der Erde, dem Monde und sogar der Sonne (deren Krater Wilson in den Flecken derselben sah, indem er ihre Erscheinungen, wie Huygens die des Saturnringes, sinnreich unter einander verglich) ein allgemeines Prinzip der Ableitung und Erklärung bekommen.

Wollte man hier den Tadel, den ich oben in Buffon's Erklärungsart fand, auf mich zurückschieben, und fragen: Woher kam denn die erste Bewegung jener Atomen im Weltraume? so würde ich antworten: dass ich mich dadurch nicht anheischig gemacht habe, die erste aller Naturveränderungen anzugeben, welches in

in der That unmöglich ist. Dennoch aber halte ich es für unzulässig, bei einer Naturbeschaffenheit, z. B. der Hitze der Sonne, die mit Erscheinungen, deren Ursache wir nach sonst bekannten Gesetzen wenigstens muthmassen können, Aehnlichkeit hat, stehen zu bleiben, und verzweifelter Weise die unmittelbare göttliche Anordnung zum Erklärungsgrunde herbeizurufen. Diese letzte muss zwar, wenn von Natur im Ganzen die Rede ist, unvermeidlich unsere Nachfrage beschliessen; aber bei jeder Epoche der Natur, da keine derselben in einer Sinnenwelt als die schlechthin erste angegeben werden kann, sind wir darum von der Verbindlichkeit nicht befreit, unter den Weltursachen zu suchen, soweit es uns nur möglich ist, und ihre Kette nach uns bekannten Gesetzen, so lange sie an einander hängt, zu verfolgen. [2])

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

XVI.

Etwas
über
den Einfluss des Mondes
auf
die Witterung.[1])

1794.

Herr Hofrath Lichtenberg in Göttingen sagt, in seiner aufgeweckten und gedankenreichen Manier, irgendwo in seinen Schriften: „Der Mond sollte zwar nicht auf die Witterung Einfluss haben; er hat aber doch darauf Einfluss.

A der Satz: „er sollte ihn nicht haben.“ Denn wir kennen nur zwei Vermögen, wodurch er in so grosser Entfernung auf unsere Erde Einfluss haben kann: sein Licht,* welches er, als ein von der Sonne er-

* Bei Gelegenheit der anzumerkenden Schwächen des Mondlichts, in Vergleichung sogar nur mit dem eigenen strahlenden Licht eines Fixsterns, den der Mond zu verdecken in Bereitschaft steht, sei es mir erlaubt, zu einer Beobachtung des, um die genauere Kenntniss der Gestalt der Weltkörper so verdienten Herrn O. A. Schröter in Lilienthal (Astronom. Abhandl. 1793, S. 193) eine muthmassliche Erklärung hinzuzuthun. „Aldebaran (heisst es) verschwand nicht sofort durch Vorrückung des Mondes, und (indem Herr Schröter beides, Mondrand und Aldebaran, mit erwünschter Schärfe sah) war er reichlich 2 bis 3 Secunden lang vor dem Mondrande auf der Scheibe sichtbar; da er dann, ohne dass man einige Lichtabnahme noch einen veränderten Durchmesser an ihm bemerkte, so plötzlich verschwand, dass über dem Verschwinden selbst bei weitem keine ganze, sondern etwa nur eine halbe Secunde Zeit, wenigstens gewiss nicht viel darüber, verstrich.“ Diese Erscheinung ist meiner Meinung nach nicht einer optischen Täuschung, sondern der Zeit zuzuschreiben, die das Licht bedarf, um von dem Stern in der Weite des Mondes bis zur Erde zu kommen, welche etwa $1^1/_5$ Secunden beträgt, innerhalb welcher der Aldebaran schon durch den Mond verdeckt war. Ob nun über dem Besinnen: dass der Stern schon innerhalb der Mondsfläche (nicht blos in Be-

leuchteter Körper, reflectirt, und seine Anziehungskraft, die, als Ursache der Schwere, ihm mit aller Materie gemein ist. Von beiden können wir sowohl die Gesetze, als auch durch ihre Wirkungen die Grade

rührung mit ihr) gesehen werde, imgleichen über die Wahrnehmung und dem Bewusstsein, dass er nun verschwunden sei, nicht über die übrigen 4/5 einer Secunde (die eigentlich nicht zur Beobachtung gehören) vergangen sein mögen, die wahre also und die vermeinte, obzwar unvermeidliche Schein-Beobachtung zusammen nicht etwa die 2 Secunden (als so viel Herr Schröter allenfalls einräumt) austragen, muss dem eigenen Urtheil dieses scharfsichtigen und geübten Beobachters überlasssen werden.

Nach anderweitigen bewundernswürdigen Entdeckungen ebendesselben, die Structur der Mondfläche betreffend, scheint die uns zugekehrte Hälfte des Mondes ein einer ausgebrannten vulcanischen Schlacke ähnlicher und unbewohnbarer Körper zu sein. Wenn man aber annimmt, dass die Eruptionen der elastischen Materien aus dem Innern desselben, so lange er noch im Zustande der Flüssigkeit war, sich mehr nach der der Erde zugekehrten, als von ihr abgekehrten Seite gewandt haben (welches, da der Unterschied der Anziehung der ersteren von der des Mittelpunkts des Mondes grösser ist, als der zwischen der Anziehung des Mittelpunkts und der abgekehrten Seite, und elastische in einem Flüssigen aufsteigende Materien desto mehr sich ausdehnen, je weniger sie gedrückt werden, beim Erstarren dieses Weltkörpers auch grössere Höhlungen im Inwendigen desselben auf der ersteren als der letzteren Hälfte hat zurücklassen müssen), so wird man sich gar wohl denken können, dass der Mittelpunkt der Schwere mit dem der Grösse dieses Körpers nicht zusammentreffen, sondern zu der abgekehrten Seite hin liegen werde, welches dann zur Folge haben würde, dass Wasser und Luft, die sich etwa auf diesem Erdtrabanten befinden möchten, die erstere Seite verlassen, und, indem sie auf die zweite abflossen, diese dadurch allein bewohnbar gemacht hätten. — Ob übrigens die Eigenschaft desselben, sich in derselben Zeit um seine Achse zu drehen, in welcher er seinen Kreislauf macht, aus der nämlichen Ursache (nämlich dem Unterschied der Anziehung beider Hälften bei einem Monde, der um seinen Planeten läuft, wegen seiner viel grösseren Nahheit zum letzteren, als der des Planeten zur Sonne) allen Monden als eigen angenommen werden dürfe, muss Denen, die in der Attractionstheorie bewanderter sind, zu entscheiden überlassen werden.

ihrer Wirksamkeit hinreichend angeben, um die Veränderungen die sie zur Eolge haben, aus jenen als Ursachen zu erklären; neue verborgene Kräfte aber zum Behuf gewisser Erscheinungen auszudenken, die mit den schon bekannten nicht in genugsam durch Erfahrung beglaubigter Verbindung stehen, ist ein Wagstück, das eine gesunde Naturwissenschaft nicht leichtlich einräumt. So wird sie z. B. sich der angeblichen Beobachtung, dass in den Mondschein gelegte Fische eher, als die im Schatten desselben liegenden, faulen, sehr weigern, da jenes Licht, selbst durch die grössten Brenngläser oder Brennspiegel zusammengedrängt, doch auf das allerempfindlichste Thermometer nicht die mindeste merkliche Wirkung thut; — für die Beobachtung aber des, durch den Mondeseinfluss sehr beschleunigten Todes der Fieberkranken in Bengalen, zur Zeit einer Sonnenfinsterniss, doch eine Achtung haben; weil die Anziehung des Mondes (die sich zu dieser Zeit mit der der Sonne vereinigt) ihr Vermögen, auf die Körper der Erde sehr merklich zu wirken, durch andere Erfahrungen unzweideutig darthut.

Wenn es also darauf ankömmt, *a priori* zu entscheiden: ob der Mond auf Witterungen Einfluss habe oder nicht, so kann von dem Licht, welches er auf die Erde wirft, nicht die Rede sein; und es bleibt folglich nur seine Anziehungskraft (nach allgemeinen Gravitationsgesetzen) übrig, woraus diese Wirkung auf die Atmosphäre erklärlich sein müsste. Nun kann keine unmittelbare Wirkung durch diese Kraft nur in der Vermehrung oder Verminderung der Schwere der Luft bestehen; diese aber, wenn sie merklich sein soll, mus sich am Barometer beobachten lassen. Also würde obiger Ausspruch (A) so lauten: die mit den Mondsstellungen regelmässig zusammenstimmenden Veränderungen des Barometerstandes lassen sich nicht aus der Attraction dieses Erdtrabanten begreiflich machen. Denn

1) lässt sich *a priori* darthun, das die Mondesanziehung, sofern dadurch die Schwere unserer Luft vermehrt oder vermindert werden mag, viel zu klein sei, als dass diese Veränderung am Barometer bemerkt

werden könnte (Lulof's Einleitung zur mathemat. und physik. Kenntniss der Erdkugel, §. 312); man mag sich nun die Luft blos als flüssiges (nicht elastisches) Wesen denken, wo ihre Oberfläche, bei der durch des Mondes Anziehung veränderten Richtung der Schwere derselben, völlig Wasserpass halten; oder zugleich, wie sie es wirklich ist, als elastische Flüssigkeit, wo noch die Frage ist, ob ihre gleichdichten Schichten in verschiedenen Höhen auch da noch im Gleichgewicht bleiben würden, welches Letztere zu erörtern aber hier nicht der Ort ist.

2) Beweiset die Erfahrung diese Unzulänglichkeit der Mondesanziehung zur merklichen Veränderung der Luftschwere. Denn sie müsste sich, wie Ebbe und Fluth, in 24 Stunden zweimal am Barometer zeigen; wovon aber nicht die mindeste Spur wahrgenommen wird.*

*) Man muss sich nur richtige Begriffe von der Wirkung der Anziehungen des Mondes und der Sonne machen, sofern sie unmittelbaren Einfluss auf den Barometerstand haben mögen. Wenn das Meer (und so auch die Atmosphäre) fluthet, und so die Säulen dieses Füssigen höher werden; so stellen sich Manche vor, das Gewicht derselben (so wie der Druck der Luft aufs Barometer) müsse, nach der Theorie, grösser (mithin der Barometerstand höher) werden; aber es ist gerade umgekehrt. Die Säulen steigen nur darum, weil sie durch äussere Anziehung leichter werden; da sie nun im offenen Meere niemals Zeit genug bekommen, die ganze Höhe zu erreichen, die sie vermöge jener Anziehungen annehmen würden, wenn Mond und Sonne in der Stellung ihres grössten vereinigten Einflusses stehen blieben; so muss an dem Orte der grössten Fluth der Druck des Meeres (und so auch der Druck der Luft aufs Barometer) kleiner, mithin auch der Barometerstand niedriger, zur Ebbezeit aber höher sein. — Sofern stimmen also die Regeln des Toaldo gar wohl mit der Theorie zusammen: dass nämlich das Barometer in den Syzygien im Fallen, in den Quadraturen aber im Steigen sei; wenn die letztere es nur begreiflich machen könnte, wie die Anziehungen jener Himmelskörper überhaupt auf den Barometerstand merklichen Einfluss haben können.

Was aber den ausserordentlich hohen Stand der See in Meerengen und langen Busen, vornehmlich zur Zeit der

B der Gegensatz: „Der Mond hat gleichwohl einen (theils am Barometer bemerklichen, theils sonst sichtbaren) Einfluss auf die Witterung.“ — Die Witterung (*temperies aëris*) enthält zwei Stücke: Wind und Wetter. Das letztere ist entweder blos sichtbar: als heller, theils reiner, theils mit Wolken bestreuter, theils bezogener Himmel; oder auch fühlbar kalt oder warm, feucht oder trocken im Einathmen erfrischend oder beklemmend. Denselben Wind begleitet nicht immer, doch oft, die nämliche Witterung; ob eine locale, die Luftmischung und mit ihr die Witterung abändernde Ursache einen gewissen Wind herbeiführe, ist nicht immer auszumachen; und mit demselben Barometerstande, wenn er auch mit der Mondsstellung nach einer gewissen Regel in Harmonie wäre, kann doch verschiedenes Wetter verbunden sein. — Indess wenn der Windwechsel sich nach dem Mondwechsel sowohl für sich, als auch in Verbindung mit dem Wechsel der vier Jahreszeiten richtet, so hat der Mond doch (direct oder indirect) Einfluss auf die Witterung; wenn sich gleich nach ihm das Wetter nicht bestimmen lässt, mithin die ausgefundenen Regeln mehr dem Seemann als dem Landmann brauchbar sein sollten. — Es zeigen sich aber zu dieser Behauptung wenigstens vorläufig hinreichende Analogien, welche, wenn sie gleich nicht astronomisch-berechneten Kalender-Gesetzen gleichkommen, doch als Regeln, um auf jene bei künftigen meteorologischen Beobachtungen Rücksicht zu nehmen, Aufmerksamkeit verdienen. Nämlich:

1) zur Zeit des neuen Lichts bemerkt man fast allemal wenigstens Bestrebungen der Atmosphäre, die Richtung des Windes zu verändern, die dahin

Springfluth, betrifft, so kommt dieser bei unserer Aufgabe gar nicht in Anschlag; weil er nicht unmittelbar und hydrostatisch von der Anziehung, sondern nur mittelbar durch eine von jener Veränderung herrührende Strombewegung, also hydraulisch, bewirkt wird; und so mag es auch wohl mit den Winden beschaffen sein, wenn sie, durch jene Anziehung in Bewegung gesetzt, durch Vorgebirge, Seestrassen und ihnen allein offen bleibende Engen in einem Inselmeer zu streichen genöthigt werden.

ausschlagen, dass er entweder, nach einigem Hin- und Herwanken sich wieder in seine alte Stelle begiebt, oder (wenn er vornehmlich den Compass in der Richtung der täglichen Sonnenbewegung ganz oder zum Theil durchlaufen hat) eine Stelle einnimmt, in welcher er den Monat hindurch herrschend bleibt.

2) Vierteljährig, zur Zeit der Solstitien und Aequinoctien und des auf sie zunächst folgenden Neulichts, wird diese Bestrebung noch deutlicher wahrgenommen; und welcher Wind nach demselben die ersten zwei bis drei Wochen die Oberhand hat, der pflegt auch das ganze Quartal hindurch der herrschende zu sein.

Auf diese Regeln scheinen auch die Wettervorhersagungen im Kalender seit einiger Zeit Rücksicht genommen zu haben. Denn wie der gemeine Mann selbst bemerkt haben will, sie treffen doch jetzt besser ein, wie vor diesem; vermuthlich, weil die Verfasser desselben jetzt auch den Toaldo hiebei zu Rathe ziehen mögen. So war es am Ende doch wohl gut, dass der Anschlag, Kalender ohne Aberglauben (ebenso wenig wie der rasche Entschluss eines Williams, öffentlichen Religionsvortrag ohne Bibel) in Gang zu bringen, keinen Erfolg hatte. Denn nun wird der Verfasser jenes Volksbuchs, um die Leichtgläubigkeit des Volks nicht bis zu dessen gänzlichem Unglauben und daraus folgendem Verlust seines zum häufigen Absatz nöthigen Credits zu missbrauchen, genöthigt, den bisher aufgefundenen, obgleich noch nicht völlig gesicherten Regeln der Witterung nachzugehen, ihnen allmählich mehr Bestimmung zu verschaffen und sie der Gewissheit der Erfahrung wenigstens näher zu bringen; so dass das vorher aus Aberglauben blindlings Angenommene endlich wohl in einen nicht blos vernünftigen, sondern selbst über die Gründe vernünftelnden Glauben übergehen kann. — Daher mag den Zeichen: Gut Pflanzen, Gut Bauholz fällen, ihr Platz im Kalender noch immer bleiben; weil, ob dem Monde, wie auf das Reich der organisirten Natur überhaupt, so insbesondere aufs Pflanzenreich, nicht wirklich ein merklicher Einfluss zustehe, so ausgemacht noch nicht ist,

und philosophische Garten- und Forstkundige dadurch aufgefordert werden, auch diesem Bedürfniss des Publicums womöglich Genüge zu thun. Nur die Zeichen, die den gemeinen Mann zur Pfuscherei an seiner Gesundheit verleiten können, müssten ohne Verschonen weggelassen werden.

Hier ist nun zwischen der Theorie, die dem Monde ein Vermögen abspricht, und der Erfahrung, die es ihm zuspricht, ein Widerstreit.

Ausgleichung dieses Widerstreites.

Die Anziehung des Mondes, also die einzige bewegende Kraft desselben, wodurch er auf die Atmosphäre und allenfalls auch auf Witterungen Einfluss haben kann, wirkt direct auf die Luft nach statischen Gesetzen, d. i. sofern diese eine wägbare Flüssigkeit ist. Aber hiedurch ist der Mond viel zu unvermögend, eine merkliche Veränderung am Barometerstande, und, sofern die Witterung von der Ursache desselben unmittelbar abhängt, auch an dieser zu bewirken, mithin sollte (nach A) er sofern keinen Einfluss auf die Witterung haben. — Wenn man aber eine weit über die Höhe der wägbaren Luft sich erstreckende (eben dadurch auch der Veränderung durch stärkere Mondesanziehung besser ausgesetzte), die Atmosphäre bedeckende, imponderable Materie (oder Materien) annimmt, die durch des Mondes Anziehung bewegt, und dadurch mit der untern Luft zu verschiednen Zeiten vermischt, oder von ihr getrennt, der Affinität mit der letztern wegen (also nicht durch ihr Gewicht) die Elasticität derselben theils zu verstärken, theils zu schwächen und so mittelbar (nämlich im ersteren Fall durch den bewirkten Abfluss der gehobenen Luftsäulen, im zweiten durch den Zufluss der Luft zu den erniedrigten) ihr Gewicht zu verändern vermag;* so

* Diese Erklärung geht zwar eigentlich nur auf die Correspondenz der Witterung mit dem Barometerstande (also auf A); und es bleibt noch übrig, die der Winde mit den Mondsaspecten und den Jahreszeiten (nach B), bei allerlei Wetter- und Barometerstande, aus demselben Princip zu er-

wird man es möglich finden, dass der Mond indirect auf Veränderung der Witterung (nach B), aber eigentlich nach chemischen Gesetzen Einfluss haben könne. — Zwischen dem Satz aber: Der Mond hat direct keinen Einfluss auf die Witterung, und dem Gegensatz: Er hat indirect einen Einfluss auf dieselbe, — ist kein Widerspruch.

Diese imponderable Materie wird vielleicht auch als incoercibel (unsperrbar) angenommen werden müssen; das ist, als eine solche, die von andern Materien nicht anders, als dadurch, dass sie mit ihnen in chemischer Verwandtschaft steht (dergleichen mit der magnetischen und dem alleinigen Eisen stattfindet), gesperrt werden kann, durch alle übrigen aber frei hindurchwirkt; wenn man die Gemeinschaft der Luft der höheren (jovialischen), über die Region der Blitze hinausliegenden Regionen mit der unterirdischen (vulcanischen) tief unter den Gebirgen be-

klären (wobei immer wohl zu merken ist, dass schlechterdings nur vom Einfluss des Mondes, und allenfalls auch dem viel kleineren der Sonne, aber nur durch ihre Anziehung, nicht durch die Wärme, die Rede sei). Da ist nun befremdlich, dass der Mond in den genannten astronomischen Punkten über verschiedene, doch in einerlei Breite belegene Länder, Wind und Wetter auf verschiedene Art stellt und vorherbestimmt. Weil aber verschiedene Tage, ja Wochen, zur Feststellung und Bestimmung des herrschenden Windes erfordert werden, in welcher Zeit die Wirkungen der Mondesanziehung auf das Gewicht der Luft, mithin aufs Barometer, einander aufheben müssten, und also keine bestimmte Richtung desselben hervorbringen können, so kann ich mir jene Erscheinung nicht anders auf einige Art begreiflich machen, als dass ich mir viele ausser und neben einander, oder auch innerhalb einander (sich einschliessende) kreis- oder wirbelförmige, durch des Mondes Anziehung bewirkte, den Wasserhosen analogische Bewegungen jener, über die Atmosphäre hinausreichenden imponderabeln Materie denke; welche, nach Verschiedenheit des Bodens (der Gebirge, der Gewässer, selbst der Vegetation auf demselben) und dessen chemischer Gegenwirkung, den Einfluss derselben auf die Atmosphäre in demselben Parallelzirkel verschieden machen können. Aber hier verlässt uns die Erfahrung zu sehr, um mit erträglicher Wahrscheinlichkeit auch nur zu meinen.

findlichen, die sich in manchen Meteoren nicht undeutlich offenbart, in Erwägung zieht. Vielleicht gehört auch dahin die Luftbeschaffenheit, welche einige Krankheiten, in gewissen Ländern, zu gewisser Zeit, epidemisch (eigentlich grassirend) macht, und die ihren Einfluss nicht blos auf ein Volk von Menschen, sondern auch ein Volk von gewissen Arten von Thieren oder Gewächsen beweiset, deren Lebensprincip Herr Dr. Schäffer in Regensburg in seiner scharfsinnigen Schrift über die Sensibilität, nicht in ihnen, sondern in einer durchdringenden, jener analogischen äusseren Materie setzt.

Dieses „Etwas“ ist also nur klein, und wohl wenig mehr, als das Geständniss der Unwissenheit; welches aber, seitdem uns ein De Luc bewiesen hat, dass wir, was eine Wolke, und wie sie möglich sei (eine Sache, die vor 20 Jahren kinderleicht war), gar nicht einsehen, nicht mehr sonderlich auffallen und befremden kann. Geht es uns doch hiemit ebenso, wie mit dem Katechismus, den wir in unserer Kindheit auf ein Haar inne hatten und zu verstehen glaubten, den wir aber, je älter und überlegender wir werden, desto weniger verstehen, und deshalb noch einmal in die Schule gewiesen zu werden wohl verdienten; wenn wir nur Jemanden (ausser uns selbst) auffinden könnten, der ihn besser verstände.

Wenn aber Herr De Luc von seiner Wolke hofft: ihre fleissigere Beobachtung könne uns noch dereinst wichtige Aufschlüsse in der Chemie verschaffen, so ist daran wohl nicht zu denken, sondern dieses ward vermuthlich den Antiphlogistikern nur so in den Weg geworfen. Denn die Fabrik derselben liegt wohl in einer Region, wohin wir nicht gelangen können, um daselbst Experimente zu machen; und man kann vernünftiger Weise viel eher erwarten, dass die Chemie für die Meteorologie, als dass diese für jene neue Aufschlüsse schaffen werde. [2])

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kant, Immanuel, 1724-1804

Immanuel Kant's kleinere Schriften zur Naturphilosophie

Bd.: 2

Berlin (1873)

Ph.sp. 427 dr-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11163779-8